



**José Alberto
Fernandes Martins**

**Análise da Sustentabilidade na Construção de
Habitação a Custos Controlados em Angola**



Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil
2018

**José Alberto
Fernandes Martins**

**Análise da Sustentabilidade na Construção de
Habitação a Custos Controlados em Angola**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Victor Miguel Carneiro de Sousa Ferreira, Professor Catedrático da Universidade de Aveiro e coorientação do Professor Doutor Manuel Guilherme Caras Altas Duarte Pinheiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Maria Manuel Rocha Teixeira Baptista
Professora Catedrática da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Miguel José das Neves Pires Amado
Professor Associado Com Agregação do Instituto Superior Técnico

Prof.^a Doutora Maria de Fátima Silva Marques Tavares Farinha
Professora Coordenadora do Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve

Prof. Doutor Ricardo Filipe Mesquita da Silva Mateus
Professor Auxiliar da Universidade do Minho

Prof.^a Doutora Maria Fernanda da Silva Rodrigues
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Victor Miguel Carneiro de Sousa Ferreira
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao Prof. Victor Ferreira quero manifestar o meu profundo agradecimento porque acreditou em mim e manifestou a sua paciência e disponibilidade ao longo destes anos e pela forma como sempre esteve disponível para me orientar, apoiar e motivar.

Ao Prof. Manuel Pinheiro pela disponibilidade e ajuda que me deu em ensinamento, orientação, sentido crítico e disponibilidade de apoio que permitiram o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Borges Gouveia que incentivou a desenvolver o tema e a desafiar os meus conhecimentos e capacidade de aprendizagem.

Aos meus ex-alunos do curso de engenharia civil da Universidade Metodista de Angola que se interessam pelo tema e segundo as minhas orientações fizeram trabalhos de final de curso, em especial à Irene Oliveira e Joelson de Matos que com o trabalho de laboratório e de levantamento de campo me permitiu ter indicações para a escolha de algumas das soluções apresentadas no projeto modelo de habitação.

Agradeço a todos aqueles que de uma forma direta ou indireta permitiram que eu conseguisse aumentar os meus conhecimentos ao longo da minha vida e aqueles que contribuíram para elaborar esta tese.

Agradeço também a todos aqueles que se preocupam sinceramente com a sustentabilidade em meu nome e no nome das gerações futuras.

palavras-chave

Habitação social, Países em desenvolvimento, Sustentabilidade, Construção, Modelos de análise da sustentabilidade.

resumo

Esta tese aborda o tema do desenvolvimento sustentável da habitação social nos Países em Desenvolvimento, com especial referência ao contexto de Angola e, o contributo dos modelos de análise da sustentabilidade para a resolução de problemas das populações de menores recursos.

O problema da habitação social é um problema de falta de rendimento disponível que associado aos elevados custos dos materiais origina que muitas famílias não consigam ter habitações condignas. Para resolver este problema há a necessidade de serem apoiadas de modo a terem acesso a habitações condignas, mas também que esses apoios incluam estratégias de desenvolvimento que possam melhorar os rendimentos ou diminuir encargos destas famílias, devendo a construção de habitação social estar associada a estratégias de desenvolvimento sustentável.

A construção é um dos mais importantes setores de atividade de cada país, mas também um dos que mais consumos de recursos faz e impactos ambientais tem. A construção precisa de contribuir para o desenvolvimento sustentável diminuindo os impactos ambientais, contribuindo também para o desenvolvimento económico e social. Nos países mais desenvolvidos o aspeto mais importante é a diminuição do consumo dos recursos, pilar ambiental. Nos países em vias de desenvolvimento há a necessidade de aumentar o desenvolvimento económico e social, com base em modelos locais, tendo em conta os aspetos ambientais. Os modelos de análise da sustentabilidade do ambiente construído, desde que sejam adequados permitem contribuir para o desenvolvimento sustentável destes países.

O objetivo desta tese foi o de fornecer um contributo para a construção de habitação social sustentável nos Países em Desenvolvimento, apresentando algumas soluções construtivas que utilizem soluções e materiais locais, nas habitações, nas infraestruturas e equipamentos, com baixos consumo de energia durante o seu ciclo de vida, utilizando soluções passivas que usem energias renováveis locais, que no seu funcionamento e manutenção utilizem mão-de-obra e produtos locais.

Os modelos de análise da sustentabilidade são muito importantes na ajuda de escolha de soluções mais sustentáveis, mas necessitam de ser adaptados aos países em vias de desenvolvimento, necessitando, muitas vezes de grandes alterações quando são originários de países desenvolvidos.

A proposta de modelo apresentada nesta tese, o LiderA PD, que foi adaptada do LiderA sofreu alterações de modo a se adaptar ao desenvolvimento sustentável da habitação social periurbana e rural em Angola e demonstrou que com o uso dela se pode conceber projetos de habitação social associados a estratégias de desenvolvimento sustentável das populações, avaliar e classificar os mesmos, sendo assim uma ferramenta útil para todos os interessados no desenvolvimento sustentável da habitação social.

keywords

Social Housing, Developing Countries, Sustainability, Construction, Sustainability analysis models.

abstract

This thesis deals with the theme of sustainable development of social housing in developing countries, with special reference to the context of Angola and the contribution of the models of analysis of sustainability to solve problems of the populations of lower resources.

The problem of social housing is a problem of lack of disposable income that associated with the high costs of materials causes that many families can not have decent housing. In order to solve this problem there is a need to be supported in order to have access to decent housing, but also that such support should include development strategies that can improve incomes or reduce the burden of these families, and social housing construction should be associated with sustainable development.

Construction is one of the most important sectors of activity in each country, but also one of the most resource consuming and environmental impacts it has. Construction needs to contribute to sustainable development by reducing environmental impacts, also contributing to economic and social development. In more developed countries, the most important aspect is the reduction of resource consumption, an environmental pillar. In developing countries there is a need to increase economic and social development, based on local models, considering environmental aspects. The sustainability analysis models of the built environment, if they are adequate, they can contribute to the sustainable development of these countries.

The aim of this thesis was to provide a contribution to the construction of sustainable social housing in developing countries, presenting some constructive solutions using local solutions and materials in homes, infrastructures and equipment, with low energy consumption during their life cycle, using passive solutions, use renewable energies, and in their operation and maintenance use local manpower and products.

Sustainability analysis models are very important in helping to choose more sustainable solutions, but need to be adapted to developing countries, often requiring major changes when they originate in developed countries.

The proposed model presented in this thesis, LiderA PD, which was adapted from LiderA, has suffer alterations in order to adapt to the sustainable development of peri-urban and rural social housing in Angola and has demonstrated that with its use it is possible to design associated social housing projects with strategies of sustainable development of the populations, to evaluate and to classify this projects and being thus a useful tool for all interested in the sustainable development of the social housing.

Glossário de acrónimos

Agenda 21 SC	Agenda 21 para a Construção Sustentável
Agenda 21 SCDC	Agenda 21 para a Construção Sustentável nos Países em and Construction
AU	Agricultura Urbana
CIB	International Council for Research and Innovation in Building Desenvolvimento
DNA	Deoxyribonucleic Acid / Ácido desoxirribonucleico
DWA	Development Workshop Angola
EPD	Declaração Ambiental de Produto
EUA	Estados Unidos da América
IEA	International Energy Agency
IRENA	International Renewable Energy Agency
ISO	International Standard Organization
LCA/ACV	Life-Cycle Assessment / Análise do Ciclo de Vida
LCC/CCV	Life Cycle Costing / Custos no Ciclo de Vida
LCEA	Análise Energética durante o Ciclo de Vida
LCI	Inventário de Ciclo de Vida
LCIA	Avaliação das Categorias de Impacto Ambiental
MASAC	Modelo de Análise da Sustentabilidade do Ambiente Construído
MDG	Objetivos de Desenvolvimento do Millennium
ONG	Organizações não Governamentais
PCM	Phase Change Material / Material de Mudança de Fase
PIB	Produto Interno Bruto
PMV	Predicted Mean Vote
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PD	Países em Desenvolvimento
SADC	Southern African Development Community
SODIS	Solar Disinfection System
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats / Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças

TIR Taxa Interna de Rentabilidade

UK United Kingdom

UN / ONU United Nations / Organização das Nações Unidas

UNEP United Nations Environment Programme

UN-HABITAT United Nations Human Settlements Programme

USD United States Dollar

UV Raios Ultravioletas

VAL Valor Atual Líquido

WADIS Water Disinfection Stove

WCED World Commission on Environment and Development

WEC World Energy Council

WHO/OMS World Health Organization / Organização Mundial de Saúde

Símbolos

°C	Graus Celsius
CO ₂	Dióxido de Carbono
g	Gramas
h	Hora
J	Joule
k	Kilo (1x10 ³)
kg	Quilogramas
M	Mega (1x10 ⁶)
m	Metro
mm	Milímetros
NH ₃	Amoníaco
nm	Nanómetro (1x10 ⁻⁹ metros)
pH	Escala numérica que mede a acidez ou basicidade
ppm	Partes por milhão
s	Segundo
T	Trilhão (1x10 ¹²)
W	Watt

Índice geral	
Glossário de acrónimos.....	VIII
Símbolos.....	X
Índice geral.....	XI
Índice de figuras.....	XX
Índice de tabelas.....	XXV
1. Introdução.....	1
1.1. Relevância do tema e justificativa.....	1
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Metodologia e estrutura.....	5
2. Construção e habitação social em Angola.....	9
2.1. Habitação e habitação social.....	9
2.1.1. Habitação e habitar.....	9
2.1.2. Problema da habitação e as necessidades de habitação social.....	10
2.1.3. Estratégias para o desenvolvimento de habitação social.....	13
2.1.4. Fatores que influenciam a construção de habitação social.....	14
2.2. Habitação social em Angola.....	15
2.2.1. As necessidades de habitação social em Angola.....	15
2.2.2. Os programas de habitação social em Angola.....	16
2.3. O sector da construção e a sua importância.....	19
2.3.1. O sector da construção.....	19
2.3.2. Características do produto e do mercado da construção civil.....	20
2.3.3. Impactes da construção.....	21
2.3.3.1. Positivos.....	21
2.3.3.2. Negativos.....	22

2.3.4.	Problemas da construção nos países em vias de desenvolvimento	24
2.3.5.	Constrangimentos no desenvolvimento do sector	27
2.3.6.	Os elevados preços da habitação em Angola.....	28
2.3.7.	Constrangimentos no desenvolvimento da habitação social	29
2.4.	Conclusões	30
3.	Sustentabilidade na construção.....	32
3.1.	Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável	32
3.2.	Os pilares da sustentabilidade.....	34
3.3.	Sustentabilidade na construção	36
3.3.1.	A necessidade de a construção ser sustentável.....	36
3.3.2.	Princípios da construção sustentável	38
3.3.3.	Sustentabilidade na construção e alterações climáticas.....	42
3.4.	Sustentabilidade na construção nos países em desenvolvimento	43
3.4.1.	Necessidade de uma abordagem diferente.....	43
3.4.2.	Tecnologias construtivas sustentáveis nos PD	44
3.4.3.	Tecnologias sustentáveis na construção de habitação social.....	47
3.4.4.	Conhecimento tradicional e sustentabilidade na construção civil.....	48
3.4.5.	Tecnologias construtivas sustentáveis em Angola	50
3.5.	A avaliação da sustentabilidade na construção.....	53
3.5.1.	Objetivos e âmbito da avaliação da sustentabilidade na construção	53
3.5.2.	Ferramentas para apoio da análise da sustentabilidade	56
3.5.2.1.	Mochila ecológica	60
3.5.2.2.	Análise energética durante o ciclo de vida - LCEA.....	60
3.5.2.3.	Soluções para diminuir a LCEA	63
3.5.2.4.	LCC – Life Cycle Costing – Custos no Ciclo de Vida (CCV)	66
3.5.3.	Vantagens dos modelos de análise da sustentabilidade.....	68
3.5.4.	Desvantagens dos modelos de análise da sustentabilidade	70

3.5.5.	Tipos de modelos de análise da sustentabilidade nos edifícios	71
3.5.6.	Evolução dos modelos de análise da sustentabilidade	73
3.5.7.	Modelos de análise da sustentabilidade e os PD	74
3.5.8.	Constituição dos modelos de análise da sustentabilidade do ambiente construído	77
3.6.	Conclusões	78
4.	Habitação social rural e periurbana sustentável nos países em vias de desenvolvimento	80
4.1.	Planeamento da habitação social sustentável.....	80
4.1.1.	Necessidade de planeamento e características da habitação social	80
4.1.2.	Planeamento da agricultura urbana.....	86
4.1.3.	Planeamento de outras atividades económicas locais.....	92
4.2.	O tratamento de efluentes	92
4.2.1.	Objetivos do tratamento de efluentes	92
4.2.2.	Soluções tecnológicas locais sustentáveis para tratamento de efluentes..	94
4.2.3.	A reutilização dos efluentes tratados	98
4.3.	Tratamento de resíduos	100
4.3.1.	Sistemas adequados aos países em vias de desenvolvimento	100
4.3.2.	Tratamento de resíduos sólidos orgânicos.....	102
4.3.3.	Exemplos de sistemas existentes	106
4.4.	As energias renováveis na habitação social nos PD	106
4.4.1.	A energia como fator de desenvolvimento	106
4.4.2.	Energia solar	108
4.4.3.	Painéis coletores solares fotovoltaicos ou térmicos	110
4.4.4.	O tratamento de água.....	111
4.4.4.1.	As necessidades diárias de água.....	111
4.4.4.2.	Processos de tratamento de água.....	111

4.4.4.3.	Tratamento de água nas regiões rurais e periurbanas.....	120
4.4.5.	Os fogões solares	120
4.4.6.	A biomassa como energia renovável.....	124
4.4.6.1.	O uso da biomassa como fonte de energia	124
4.4.6.2.	O uso da biomassa para cozinhar e tratar água	125
4.4.7.	A energia hídrica	129
4.4.8.	A energia eólica	131
4.4.9.	A sustentabilidade das energias renováveis.....	133
4.4.10.	Planeamento das energias renováveis na habitação social	135
4.5.	Conclusões	135
5. Soluções construtivas sustentáveis na construção de habitação social rural e periurbana nos países em vias de desenvolvimento.....		138
5.1.	Conhecimento, tecnologias e desenvolvimento local sustentável	138
5.2.	Clima e habitação.....	140
5.2.1.	A influência do clima na habitação	140
5.2.2.	Conforto.....	142
5.2.3.	Estratégias bioclimáticas (na carta bioclimática de Givoni)	146
5.2.4.	Ventilação e conforto	148
5.2.5.	Estratégias de conforto em edifícios.....	148
5.2.6.	Estratégias bioclimáticas de arrefecimento	149
5.2.6.1.	Estratégias de controlo do calor e da radiação solar	150
5.2.6.2.	Estratégias de dissipação de calor	151
5.2.6.3.	Ventilação Natural	153
5.2.6.4.	Estratégias mistas	156
5.2.7.	Conforto nas zonas urbanas.....	157
5.2.8.	Soluções construtivas bioclimáticas e sustentabilidade.....	158
5.3.	Arquitetura vernacular, soluções bioclimáticas e sustentabilidade.....	158

5.4.	Alguns materiais e soluções construtivas sustentáveis	159
5.4.1.	Características dos materiais e soluções construtivas sustentáveis	159
5.4.2.	Algumas soluções construtivas sustentáveis	161
5.4.2.1.	Construção em terra	161
5.4.2.2.	Bambu	163
5.5.	Conclusões	165
6.	Modelos de avaliação da sustentabilidade	167
6.1.	Modelos de análise da sustentabilidade no ambiente construído.....	167
6.2.	BREEAM.....	168
6.2.1.	Origem, objetivos e modelo de certificação	168
6.2.2.	A importância dos fatores ambientais e as adaptações regionais	170
6.2.3.	Análise à versão internacional.....	171
6.3.	LEED - Leadership in Energy and Environmental Design.....	175
6.3.1.	Origem, objetivos e modelo de avaliação.....	175
6.3.2.	Análise à versão LEED v4 Building Design and Construction.....	177
6.4.	Modelo AQUA TM -HQE TM	178
6.5.	O Selo Casa Azul	181
6.6.	Green Star	183
6.7.	SBTool - Sustainable Building Tool.....	184
6.8.	SBAT -Sustainable Building Assessment Tool	186
6.9.	LiderA	189
7.	LiderA Países em Desenvolvimento.....	193
7.1.	LiderA PD.....	193
7.1.1.	Princípios em que se baseia	193
7.1.2.	A importância dos fatores sociais neste modelo.....	193
7.1.3.	O LiderA PD e o seu contributo para o desenvolvimento sustentável ...	197

7.1.4.	Proposta do LiderA PD e a sua aplicação na construção a custos controlados em Angola.....	202
7.2.	Comparação dos sistemas BREEAM, LEED e LiderA PD.....	206
7.2.1.	Em termos de secções, categorias ou vertentes.....	206
7.2.2.	Comparação em termos ambientais.....	210
7.2.3.	Comparação em termos económicos.....	211
7.2.4.	Comparação em termos sociais.....	213
7.2.5.	Adequação dos três sistemas aos países em vias de desenvolvimento...	214
7.3.	Conclusões.....	215
7.3.1.	Necessidade dos MASAC nos PD e suas características.....	215
7.3.2.	A adequação de alguns MASAC aos PD.....	216
8.	Estudo de caso – Aplicação do LiderA PD ao projeto de requalificação da aldeia Catumbo.....	218
8.1.	Enquadramento de Angola e de Catumbo em termos geográficos e de clima	218
8.1.1.	Localização de Angola.....	218
8.1.2.	Enquadramento geográfico de Catumbo.....	219
8.1.3.	Climas de Angola.....	221
8.1.4.	Enquadramento de Catumbo em termos de clima.....	224
8.2.	Enquadramento económico, ambiental, social e habitacional de Angola e de Catumbo.....	225
8.2.1.	Económico.....	225
8.2.1.1.	De Angola.....	225
8.2.1.2.	De Catumbo.....	226
8.2.2.	Ambiental.....	228
8.2.2.1.	De Angola.....	228
8.2.2.2.	De Catumbo.....	229
8.2.3.	Social.....	231
8.2.3.1.	De Angola.....	231

8.2.3.2.	De Catumbo	232
8.2.4.	Habitacional.....	233
8.2.4.1.	De Angola	233
8.2.4.2.	De Catumbo	236
8.3.	Projeto integrado de desenvolvimento de Catumbo	237
8.3.1.	Análise da situação existente.....	237
8.3.2.	Análise SWOT.....	237
8.3.3.	Pré-avaliação segundo o LiderA PD	238
8.3.4.	Proposta de estratégias de desenvolvimento sustentável.....	240
8.3.4.1.	Em termos económicos	241
8.3.4.2.	Em termos ambientais	244
8.3.4.3.	Desenvolvimento social	245
8.4.	Proposta de modelo de equipamentos e infraestruturas.....	246
8.4.1.	Produção de energia e rede de energia pública.....	247
8.4.2.	Tratamento de água	248
8.4.3.	Tratamento de efluentes	249
8.4.4.	Modelo de gestão de resíduos sólidos	251
8.5.	Proposta de construção da urbanização e do modelo de habitação	252
8.5.1.	Proposta simplificada de plano de urbanização.....	252
8.5.2.	Memória descritiva da moradia modelo	255
8.5.2.1.	Tecnologias construtivas utilizadas na estrutura, pavimentos, revestimentos e vedações	256
8.5.2.2.	Redes internas de águas, energia, esgotos e equipamentos.....	260
8.5.2.3.	Ventilação e climatização.....	261
8.5.2.4.	Proposta de equipamentos a incluir na habitação	263
8.5.3.	Proposta de modelo de gestão	266
8.6.	Avaliação segundo o LiderA PD	267

9. Discussão da abordagem e dos resultados	274
9.1. O problema e o âmbito.....	274
9.2. Hipótese, abordagem e inovação	274
9.3. Resultados.....	278
9.3.1. O LiderA PD permitiu avaliar e classificar?	278
9.3.2. Qual o rigor e precisão da classificação obtida com o LiderA PD?	279
9.3.3. O LiderA PD permite identificar soluções e contribuir para o desenvolvimento sustentável?	279
9.3.4. O LiderA PD deve ou não ser ponderado a várias áreas?	280
9.3.5. Os pesos são relevantes e são adequados? Devem ser iguais para toda Angola ou específicos? Quem os deve dar?	281
9.3.6. O LiderA PD pode identificar holisticamente ou enviesada?	282
9.4. Aspectos mais relevantes desta proposta.....	282
9.5. Limitações e desenvolvimentos futuros.....	284
10. Conclusões	286
10.1. Síntese do trabalho realizado	286
10.2. Objetivos secundários e suas conclusões	286
10.2.1. A necessidade de habitação social e possíveis soluções.....	286
10.2.2. Contributo da construção para o desenvolvimento sustentável e constrangimentos desta na habitação social	287
10.2.3. Fatores mais importantes no desenvolvimento sustentável nos PD....	288
10.2.4. Importância dos MASAC e suas características nos PD	289
10.2.5. Principais fatores da habitação social sustentável nos PD.....	289
10.2.6. Principais soluções sustentáveis na habitação social nos PD	291
10.2.7. MASAC e o desenvolvimento sustentável nos PD.....	292
10.2.8. LiderA PD e o desenvolvimento sustentável.....	292
10.2.9. O LiderA PD na aplicação de uma aldeia em Angola	293
10.3. Conclusão	294

10.4.	Contributo desta tese para a inovação e desenvolvimento sustentável	295
10.5.	Desenvolvimentos futuros	296
Bibliografia	297

Índice de figuras

Figura 1 - Desenvolvimento do trabalho	7
Figura 2 – Desenvolvimento do segundo capítulo	9
Figura 3 – Problema da habitação social	11
Figura 4 – Possíveis soluções para o problema da habitação social.....	12
Figura 5 – Modelo da solução mais adequada para o problema da habitação social	12
Figura 6 – Fatores que influenciam as necessidades de habitação e os preços	18
Figura 7 – O ciclo de vida do produto construção.....	21
Figura 8 – Os impactos da construção.....	23
Figura 9 – Níveis de rendimento das famílias de África	25
Figura 10 – Potencialidades de compra de habitação das famílias africanas	26
Figura 11 – Rendimentos da população em Angola.....	28
Figura 12 – Fatores que afetam a construção em Angola	29
Figura 13 – Desenvolvimento do terceiro capítulo	32
Figura 14 – Processo de desenvolvimento sustentável.....	34
Figura 15 – Pilares da construção sustentável nos PD	37
Figura 16 – Princípios da construção sustentável.....	41
Figura 17 – Países com entidades que promovem a construção ecológica	44
Figura 18 – Habitação social e tecnologias	52
Figura 19 – Ferramentas de apoio à análise da sustentabilidade.....	57
Figura 20 – Fases do ciclo de vida e seus limites.....	58
Figura 21 – Consumo de energia no ciclo de vida da energia de um edifício.....	61
Figura 22 – Consumo de energia no ciclo de vida da energia de um edifício nas fases de construção e operação.....	62
Figura 23 – Comparação de consumos de energia entre diversos tipos de construções	64
Figura 24 – Funcionamento e objetivos dos modelos de análise da sustentabilidade....	70
Figura 25 – A influência do BREEAM em alguns modelos de análise	73

Figura 26 – Comparação do desempenho de modelos de análise da sustentabilidade...	74
Figura 27 – Esquema de um modelo de análise da sustentabilidade.....	78
Figura 28 – Desenvolvimento do quarto capítulo	80
Figura 29 - Esquema de um tratamento de grande dimensão.....	96
Figura 30 – Esquema de tratamento com base nas wetlands.....	96
Figura 31 - Exemplo de diferentes sistemas de wetlands.....	97
Figura 32 - Compostagem coberta e remoção para introdução de ar, Matale, Sri Lanka	103
Figura 33 - Energia solar e sua ligação com as restantes	107
Figura 34 - Mapa de radiação global horizontal.....	108
Figura 35 - Classes de zonas de radiação solar em África	109
Figura 36 - Esquema de funcionamento dos filtros de areia	112
Figura 37 - Tratamento de água baseado na energia solar direta	115
Figura 38 - Principais sistemas de tratamento de água por coletores solares.....	116
Figura 39 - Vantagens e desvantagens do tratamento de água por pasteurização.....	116
Figura 40 - Coletor solar parabólico para desinfecção solar da AoSol.....	117
Figura 41 - Destilador solar de cobertura	119
Figura 42 - Classificação dos tipos de fogões solares	120
Figura 43 - Principais tipos de armazenamento térmico de energia.....	121
Figura 44 - Fogão solar indireto funcionando com calor latente proposto Schwarzer & Silva.....	122
Figura 45 - Percentagem da população que usavam combustíveis sólidos	125
Figura 46 - Imagens dos fogões a lenha e carvão do estudo de Still et al.,.....	127
Figura 47 - Esquema de funcionamento do sistema WADIS.....	128
Figura 48 - Tipos de turbinas e seu uso em função das alturas de queda e caudais.....	131
Figura 49 - Potencial de energia eólica em África	132
Figura 50 – Desenvolvimento do quinto capítulo	138

Figura 51 – O processo do desenho bioclimático.....	141
Figura 52 – Intervalo de temperatura de conforto para edifícios naturalmente ventilados, segundo a norma ASHRAE 55	144
Figura 53 – Carta bioclimática de Givoni com as temperaturas de conforto	145
Figura 54 – Estratégias bioclimáticas de Givoni	147
Figura 55 – Soluções passivas de conforto térmico	149
Figura 56 – Técnicas de resfriamento passivo.....	150
Figura 57 - Algumas técnicas de resfriamento evaporativo	152
Figura 58 - Potenciar a entrada dos ventos.....	154
Figura 59 - Torres de vento e telhados solares	155
Figura 60 - Ventilação em tetos.....	155
Figura 61 – Modelo para seleção de tecnologias sustentáveis na habitação social.....	161
Figura 62 – Comparação de diminuição das temperaturas e atrasos com e sem paredes interiores	162
Figura 63 – Regiões com potencialidades no cultivo e utilização do bambu.....	164
Figura 64 – Desenvolvimento do capítulo 6.....	167
Figura 65 - Exemplo de símbolo do certificado BREEAM.....	169
Figura 66 - Esquema de classificação do AQUA™.....	179
Figura 67 - Desempenho de um empreendimento certificado com o AQUA™	179
Figura 68 - Logomarcas de identificação da classificação Selo Casa Azul	183
Figura 69 - Gráfico tipo radar que fornece resultado final da análise da sustentabilidade com o uso do SBAT	188
Figura 70 - Exemplo de classificação final da avaliação de um edifício com o LiderA	191
Figura 71 – Desenvolvimento do sétimo capítulo	193
Figura 72 – Habitação para classe média alta em construção	202

Figura 73 – Exemplo de habitação destinada a classe média alta (ou funcionários do Estado).....	203
Figura 74 – Entrada da cozinha e área de serviço comum de moradia da Aldeia Solar.....	204
Figura 75 – Substituição das construções tradicionais por construções em alvenaria de blocos de argamassa de cimento.....	204
Figura 76 - Comparação de sistemas segundo categorias	210
Figura 77 – Desenvolvimento do oitavo capítulo.....	218
Figura 78 - Localização de Angola	219
Figura 79 - Localização de Catumbo.....	220
Figura 80 - Os dois principais aglomerados de Catumbo.....	221
Figura 81 - Climas e correntes oceânicas	222
Figura 82 - Mapa climático Angola e Catumbo baseado na classificação de Köppen-Geiger	223
Figura 83 - Diagrama psicométrico de Luanda	224
Figura 84 - Local de abrigo no rio Lifune dos barcos de pesca.....	227
Figura 85 - Tentativa de aproveitamento turístico da praia.....	230
Figura 86 - Águas contaminadas junto ao rio Lifune	230
Figura 87 - Produção de adobes e escavação mostrando a deposição de lixos nos solos	231
Figura 88 - Falta de drenagem de águas pluviais e resíduos no meio da rua	233
Figura 89 - Precariedade das habitações e das ruas.....	236
Figura 90 - Proposta de criação de aproveitamento hidroelétrico e aquícola.....	242
Figura 91 - Esquema do tratamento dos efluentes com maiores contaminações	249
Figura 92 - Esquema de tratamento de resíduos sólidos	251
Figura 93 - Proposta de implantação de loteamento	252
Figura 94 – Vale inundável existente entre os aglomerados 1 e 2	253
Figura 95 - Lotes e sua composição	254

Figura 96 - Planta da moradia modelo	255
Figura 97 - Corte com pormenores construtivos	257
Figura 98 - Funcionamento do sistema de ventilação com base na radiação solar	262
Figura 99 - Funcionamento do sistema de ventilação durante a noite	262
Figura 100 - Funcionamento do sistema de ventilação com o aproveitamento dos ventos	263
Figura 101 - Proposta de fogão solar.....	264
Figura 102 - Proposta de fogão melhorado a biomassa com recuperador de calor.....	265
Figura 103 - Proposta de sistema de tratamento de pasteurização	266
Figura 104 - Proposta de sistema de tratamento de águas cinzas.....	266
Figura 105 - Modelo de concepção do projeto e de planeamento.....	267
Figura 106 - Avaliação final segundo o LiderA PD.....	272

Índice de tabelas

Tabela 1 – Habitação social e construção.....	31
Tabela 2 - Características dos pilares da sustentabilidade nos PD	36
Tabela 3 - Características das construções sustentáveis nos países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento.....	49
Tabela 4 - Diferenças nos modelos de análise da sustentabilidade dirigidos aos países desenvolvidos e em desenvolvimento	77
Tabela 5 – Sustentabilidade na construção.....	79
Tabela 6 – Algumas plantas tradicionais e sua utilização	91
Tabela 7 - Potencial de gerar energia elétrica através de fontes renováveis em África	108
Tabela 8 - Alguns dos principais tratamentos industriais de água	113
Tabela 9 - Principais tratamentos domésticos de água	114
Tabela 10 - Tratamento de água por coletores diretos ou com permutador de calor ...	118
Tabela 11 - Vantagens e desvantagens do uso da biomassa.....	126
Tabela 12 - Vantagens e desvantagens dos aproveitamentos hidroelétricos.....	130
Tabela 13 - Indicadores de sustentabilidade dos sistemas de produção de energia	134
Tabela 14 - Comparação da sustentabilidade de sistemas de produção de energia.....	134
Tabela 15 – Habitação social sustentáveis	136
Tabela 16 – Estratégias de implantação, forma e compartimentação.....	150
Tabela 17 – Estratégias de controlo de ganhos internos e externos e de isolamento ...	151
Tabela 18 – Estratégias de dissipação de calor pelo solo	152
Tabela 19 – Estratégias de dissipação de calor por resfriamento evaporativo	153
Tabela 20 – Estratégias de ventilação natural	154
Tabela 21 – Inércia térmica	156
Tabela 22 – Critérios para seleção de tecnologias sustentáveis.	161
Tabela 23 – Soluções construtivas sustentáveis na habitação nos países em vias de desenvolvimento.....	165

Tabela 24 - Pilares da sustentabilidade e seus fatores mais importantes.....	168
Tabela 25 - Modelo de avaliação do BREEAM.....	170
Tabela 26 - Classificação do BREEAM internacional nova-construção.....	170
Tabela 27 - Análise à seção Gestão do BREEAM	172
Tabela 28 - Pré-requisitos do BREEAM e sua classificação.....	172
Tabela 29 - Os fatores de análise do BREEAM e sua classificação em termos de pilares da sustentabilidade.....	174
Tabela 30 - Comparação entre as mudanças nas versões do LEED de 2009 e v4	176
Tabela 31 - Avaliação da categoria Localização e Transportes do LEED e seus efeitos em termos de sustentabilidade	177
Tabela 32 - Os pontos do LEED e seus efeitos em termos ambientais, económicos e sociais	177
Tabela 33 - Pré-requisitos do LEED e sua classificação em termos de sustentabilidade	178
Tabela 34 - Classificações atribuídas pelo AQUA™	180
Tabela 35 - Possibilidade de estrelas atribuídas pelo AQUA™	180
Tabela 36 - Classificação segundo o modelo Selo Casa Azul.....	183
Tabela 37 - As vertentes, áreas e critérios do LiderA	190
Tabela 38 - LiderA PD classificação dos fatores de análise.....	195
Tabela 39 - Fatores de análise do critério Dinâmica Económica do LiderA PD.....	196
Tabela 40 - Principais medidas da vertente Integração Local do LiderA PD	197
Tabela 41 - Principais medidas da vertente Recursos do LiderA PD.....	198
Tabela 42 - Principais medidas da vertente Cargas Ambientais do LiderA PD.....	199
Tabela 43 - Principais medidas da vertente Conforto Ambiental do LiderA PD.....	199
Tabela 44 - Principais medidas vertente Adaptabilidade Socio-economica do LiderA PD	201
Tabela 45 - Principais medidas da vertente Gestão Ambiental e Inovação do LiderA PD	202

Tabela 46 – Características base classe E de avaliação para o LiderA PD Angola-habitação social	205
Tabela 47 - Comparação vertentes/categorias/seções do BREEAM, LEED e LiderA PD	207
Tabela 48 - Importância dos fatores ambientais no BREEAM, LEED e LiderA PD...	210
Tabela 50 - Importância dos fatores economicos no BREEAM, LEED e LiderA PD.	211
Tabela 50 - Importância dos fatores sociais no BREEAM, LEED e LiderA PD	213
Tabela 51 - Comparação dos sistemas BREEAM, LEED e LiderA PD	215
Tabela 52 -Necessidade e características dos modelos de análise da sustentabilidade dos PD	215
Tabela 53 -Adequação de alguns modelos de análise da sustentabilidade aos PD	216
Tabela 54 - Matriz SWOT de Catumbo	238
Tabela 55 – Pré-avaliação das Vertentes Integração Local, Recursos e Cargas Ambientais do LiderA PD	239
Tabela 56 – Pré-avaliação das Vertentes Conforto Ambiental e Adaptabilidade Socioeconómica do LiderA PD	240
Tabela 57 – Resumo dos principais problemas	241
Tabela 58 – Algumas das principais estratégias	241
Tabela 59 - Avaliação e classificação da vertente Integração Local	268
Tabela 60 - Avaliação e classificação da vertente Recursos	269
Tabela 61 - Avaliação e classificação da vertente Cargas Ambientais	270
Tabela 62 - Avaliação e classificação da vertente Conforto Ambiental	270
Tabela 63 - Avaliação e classificação da vertente Adaptabilidade Socioeconómica ...	271
Tabela 64 - Avaliação e classificação da vertente Gestão Ambiental e Inovação	272

1. Introdução

1.1. Relevância do tema e justificativa

A qualidade de vida das gerações atuais e futuras depende muito de um desenvolvimento sustentável de modo a poder-se continuar a usufruir dos recursos por um longo período de tempo, não colocando em causa a capacidade das gerações futuras em terem acesso a estes mesmos recursos (Brundtland, 1987). A sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável são vistos como os grandes desafios do século XXI, sendo necessário que esteja suportado num movimento social baseado numa conduta ética que tenha em conta aspetos ambientais, económicos e sociais (Bentivegna et al., 2002; Kates et al., 2005; Hugé et al., 2013.)

O edifício é que nos fornece abrigo, defesa contra a intempérie, proteção dos bens pessoais, sendo um dos fatores de desenvolvimento da humanidade, por essa razão, extremamente importante para o futuro de qualquer povo (Hodgson em du Plessis et al, 2002). Também nos fornece sensações e experiências quotidianas (Forsberg & Malmborg, 2004) e serve de suporte a um conjunto de serviços que permitem promover o desenvolvimento e melhorar a qualidade de vida (du Plessis et al, 2002). Mas também está na origem da maior parte dos impactes que o homem causa no ambiente, é também um dos principais consumidores de recursos existentes na terra, nas diversas fases do ciclo de vida de uma construção (Ding, 2008).

O sector da construção é responsável por uma elevada percentagem do total dos materiais extraídos, o maior consumidor de energia e um grande consumidor de água. Em face desta situação e na procura de contribuir para o desenvolvimento sustentável o sector procurou criar orientações versadas essencialmente na Agenda 21, surgindo assim a Agenda 21 para a Construção Sustentável (Agenda 21 SC), criada pelo International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) e, em função das condições especiais existentes nos países em vias de desenvolvimento (PD), o CIB viu a necessidade de criar uma agenda específica para estes, a Agenda 21 para a Construção Sustentável nos Países em Desenvolvimento (Agenda 21 SCDC), (du Plessis et al, 2002).

Neste conceito de sustentabilidade a habitação é um direito fundamental, uma vez que é parte do elementar do contributo para o bem-estar em termos; físicos, sociais, culturais e económicos de uma família, sendo assim consagrado nas declarações dos direitos universais e também na maioria das declarações das constituições dos diversos países. No entanto nem todas as pessoas têm rendimentos para conseguirem ter acesso a uma

habitação adequada e habitarem condignamente, precisando de ser apoiadas pelas entidades governamentais ou por entidades sem fins lucrativos. Há a necessidade de criar programas de apoio à construção de habitação dirigida às classes de menores rendimentos. Estes apoios devem contribuir para um desenvolvimento mais equilibrado da sociedade, evitando erros de carácter ambiental, económico e social, através da seleção de soluções adequadas, contribuindo assim para a sustentabilidade (Novais-Ferreira & Sampayo, 1972; Bredenoord & van Lindert 2010a, 2010b; Ilesanmi, 2011; Collier & Venables, 2013).

Angola é um dos países em que o sector da construção tem grande relevância, representa cerca de 10,4% do seu produto interno bruto (PIB) (CAHF, 2016). No entanto existem muitas necessidades de habitação, que já se manifestavam na final década de 60 do século passado em mais de um milhão e cem mil de habitações (Sampayo et al. 1973), em 2015, segundo dados do Ministério do Urbanismo e Habitação (DW, 2015), este valor era de mais de um milhão e 200 mil habitações. As necessidades são essencialmente das classe média, média baixa e baixa, por causa da falta de capacidade destas classes em conseguirem aceder à construção fornecida pelas entidades privadas, onde só cerca de 1,3% das famílias conseguem aceder, por causa dos elevados preços. Mesmo o acesso à habitação promovida pelos programas de apoio do estado à construção através do Fundo de Fomento Habitacional, por partes destas classes é baixo, por causa do fraco nível de rendimento das famílias destas classes. Para além dos preços da construção financiada pelo Estado ser elevada, a maior parte dos empreendimentos construídos dirigem-se essencialmente aos funcionários públicos e a aglomerados de rendimentos médios superiores aos da média nacional (CAHF, 2016).

A construção pode dar um contributo para o desenvolvimento de um país ou região, essencialmente com a utilização de materiais locais que usem recursos naturais, de preferência renováveis, mão-de-obra local e técnicas localmente conhecidas ou acessíveis às populações, permitindo assim contribuir para o desenvolvimento sustentável, em termos ambientais, económicos e sociais (Kibert et al., 2000; Libovich, 2005; du Plessis, 2007; Ofori 2007; Zuo & Zhao, 2014; ISO, 2015).

Para que o desenvolvimento sustentável exista é necessário que todos os sectores de atividade forneçam o seu contributo. A construção como um dos mais importantes consumidores de recursos necessita de ter sistemas que permitam que se avalie o contributo que esta dá para a criação do desenvolvimento sustentável, havendo assim a necessidade de criar e utilizar modelos de análise da sustentabilidade. A maior parte destes modelos foram criados nos países desenvolvidos com o principal objetivo de mostrar o desempenho ambiental dos edificios analisados com eles, essencialmente através da demonstração da diminuição do consumo dos recursos e, por consequência,

da diminuição dos impactos associados aos mesmos. No entanto os PD têm diferentes prioridades necessitando de modelos que para além dos impactos ambientais considerem também importantes os impactos económicos e sociais, que geralmente têm menor importância nos países desenvolvidos, necessitando assim de modelos próprios ou adaptados às suas condições (Sjostrom & Bakens, 1999; du Plessis, 2007; Ali & Nsairat, 2009; Kajikawa et al., 2011; Zuo & Zhao, 2014; Doan et al., 2017).

Em Angola o sector local da construção é um sector pouco desenvolvido, não obstante o elevado número de construções feitas nos últimos anos, sendo as construções feitas essencialmente por empresas estrangeiras e com a importação de uma grande parte dos materiais de construção (CAHF, 2016).

O tema da sustentabilidade no sector da construção é um tema localmente pouco desenvolvido, pelo que contributos que promovam o seu desenvolvimento serão benéficos e podem sensibilizar alguns dos intervenientes no sector, trazendo assim importantes mais-valias para o desenvolvimento sustentável do sector e do país. A existência de modelos reconhecidos internacionalmente e adaptados ao local, permite contribuir para a criação de habitações de maior qualidade e mais sustentáveis (Tood & Geissler, 1999; Libovich, 2005)

A habitação social destina-se a uma faixa da população que aufer rendimentos baixos e que se não for apoiada não consegue ter acesso a uma habitação condigna. Este apoio fornecido pelas entidades governamentais (e outras), nem sempre tem tido em conta os diversos fatores da sustentabilidade originando problemas sociais e económicos (Violas, 2003).

O desenvolvimento/adaptação de um modelo de análise da sustentabilidade do ambiente construído pode contribuir para um desenvolvimento mais sustentável do sector uma vez que é um meio de avaliar os edificios em termos ambientais, económicos e sociais. Também permite um maior diálogo entre os diversos intervenientes (com diferentes interesses), influencia o desenvolvimento, permite servir de base para a tomada de decisões e serve para avaliar o impacto causado pelo edificio no ambiente (Cole, 1999).

Nos países africanos o desenvolvimento existente nas últimas décadas tem falhado na obtenção dos objetivos pretendidos (du Plessis, 2005). Um dos meios de promover a melhoria das condições de desenvolvimento das suas populações é através do fornecimento de habitações adequadas (Sulemana, 1999 e Menson, 2004 citados por Obeng-Odoom, 2009). Os modelos de análise da sustentabilidade podem assim ajudar a desenvolver o sector da construção e a criar um desenvolvimento mais sustentável em termos económicos, sociais e ambientais.

Nestes termos, esta tese justifica-se pela necessidade de dar um contributo para um desenvolvimento sustentável da habitação a custos controlados (habitação social)¹ e do setor da construção em Angola, fornecendo uma base para a aplicação de um modelo que é reconhecido e que se utilizado pode ser um importante contributo para o desenvolvimento sustentável.

1.2. Objetivos

Com esta tese pretende-se dar um contributo para o desenvolvimento sustentável do setor da construção dos PD, essencialmente da construção de habitação a custos controlados ou habitação social. A hipótese que se coloca é que é possível integrar a sustentabilidade em habitações a custos controlados em países em desenvolvimento (zonas rurais e periurbanas) numa perspetiva alargada utilizando sistemas de avaliação da sustentabilidade, contribuindo assim para um desenvolvimento económico e social mais equilibrado das populações a quem esta se destina e dos locais onde a mesma vai ser instalada.

Assim os objetivos secundários são:

- Analisar quais são os principais problemas que originam a necessidade de habitação social e possíveis soluções;
- Verificar o contributo da construção para o desenvolvimento sustentável e quais os constrangimentos desta na questão da habitação social;
- Determinar quais são os fatores mais importantes para o desenvolvimento sustentável da construção nos PD;
- Verificar a importância das ferramentas ou modelos de análise da sustentabilidade na construção e que características devem ter nos PD;
- Identificar quais os principais fatores que a ser considerados nos projetos de habitação social sustentável nos PD;
- Verificar quais são as principais soluções construtivas sustentáveis adequadas à construção de habitação nos PD e aquelas que melhor se adequam à habitação social;
- Analisar alguns modelos de análise da sustentabilidade do ambiente construído procurando verificar o seu contributo para o desenvolvimento sustentável da construção nos PD;

¹ Habitação a custos controlados e habitação social podem dizer respeito a diferentes conceitos, nesta tese, a exemplo do que acontece em muitos países em desenvolvimento, como Angola, não se vai considerar que existam diferenças entre os dois termos, nem aprofundar as diferenças entre eles.

- Escolher um modelo de análise da sustentabilidade que permita servir para a seleção de soluções construtivas mais adequadas aos PD, com especial referência aos países africanos de língua portuguesa e, que com o seu uso permita demonstrar o contributo dado pela construção na promoção do desenvolvimento sustentável;
- Validar este modelo, com base em caso de estudo de uma zona periurbana rural, através da proposta de um projeto que utilize as soluções preconizadas nos critérios de avaliação do modelo;
- Analisar os resultados comparando a solução proposta baseada nas orientações presentes no modelo de análise da sustentabilidade com as soluções que geralmente são promovidas.

O resultado esperado com estes objetivos é o de demonstrar que a hipótese da tese colocada, com o objetivo principal, permite contribuir para o desenvolvimento da habitação social nos PD, com especial referência a Angola, que é o objeto do caso de estudo e, em consequência, o desenvolvimento mais sustentável da habitação social, das populações que têm necessidade de aceder a esta e das regiões onde esta se insere. Pretende-se assim demonstrar que é possível com os projetos de habitação social contribuir para a melhoria de vida das populações, evitar que estas fiquem limitadas nas suas oportunidades de desenvolvimento social e ao mesmo tempo se estes projetos forem baseados em modelos de análise da sustentabilidade, desde as suas etapas iniciais, estes permitem orientar a conceção dos projetos e fornecer indicações para soluções de desenvolvimento mais sustentável.

1.3. Metodologia e estrutura

Este estudo inicia-se com uma pesquisa baseada numa revisão bibliográfica com o objetivo de rever o estado da arte e adquirir conhecimento essencialmente sobre sustentabilidade e construção nos PD, com temas como:

- i) o que é e a importância do sector da construção para o desenvolvimento sustentável;
- ii) construção de habitação e de habitação social e o contributo desta para o desenvolvimento sustentável;
- iii) construção de habitação e habitação social em Angola;
- iv) sustentabilidade na construção;
- v) tecnologias sustentáveis na construção PD;

- vi) modelos de análise da sustentabilidade e que principais características devem ter para contribuir para o desenvolvimento sustentável no PD.

Posteriormente a esta pesquisa propõe-se a utilização de um modelo testado com um caso de estudo. Para isso vai-se analisar a realidade existente em África, mais particularmente em Angola, nos diversos fatores que influenciem a sustentabilidade da construção e da habitação social e que também podem contribuir para o desenvolvimento sustentável. Avaliam-se alguns modelos e propõe-se a utilização de um modelo existente, que terá de ser adequado e adaptado à realidade local e, através de um caso de estudo aplicado a uma zona rural/periurbana, faz-se uma verificação da adequação do modelo, para no final comparar os resultados e analisar o contributo que o uso do modelo pode dar para o desenvolvimento sustentável.

A figura 1 apresenta um resumo das etapas e sequência do desenvolvimento do trabalho. Na primeira etapa pretende-se verificar quais as causas que originam a necessidade de habitação social e as razões porque este problema existe há muito tempo e para o qual tem existido muita dificuldade de conseguir soluções adequadas. A sustentabilidade é um tema que está na moda, sendo esta palavra utilizada com diversos sentidos e em diversas situações, nomeadamente em termos de construção. O contributo da construção para a diminuição dos problemas afetos às alterações climáticas raramente é levado em conta, essencialmente nos PD, no entanto também na construção nestes países a palavra sustentável/ sustentabilidade é utilizada, com diversas intenções e significados com o objetivo de justificar decisões que são tomadas.

Nos países mais desenvolvidos a habitação social teve um forte desenvolvimento a partir de meados do século passado, mas com as soluções iniciais a originarem problemas sociais que décadas mais tarde tiveram de ser resolvidos, com soluções de desenvolvimento mais integrado. Nos PD a habitação social é um problema que sempre existiu, mas que só agora se está a tentar solucionar, mas com soluções que muitas vezes são inadequadas e que não têm em conta os resultados do que aconteceu nos países desenvolvidos.

Para a construção dar o seu contributo no sentido do desenvolvimento sustentável foram criados modelos de análise, essencialmente nos países desenvolvidos, mas a utilização destes modelos ainda não é grande e nos PD quase inexistente, sendo que nestes o desenvolvimento sustentável tem outros fatores de importância e poderiam os modelos de análise dar um forte contributo à resolução de muitos dos problemas que a construção nos PD têm.

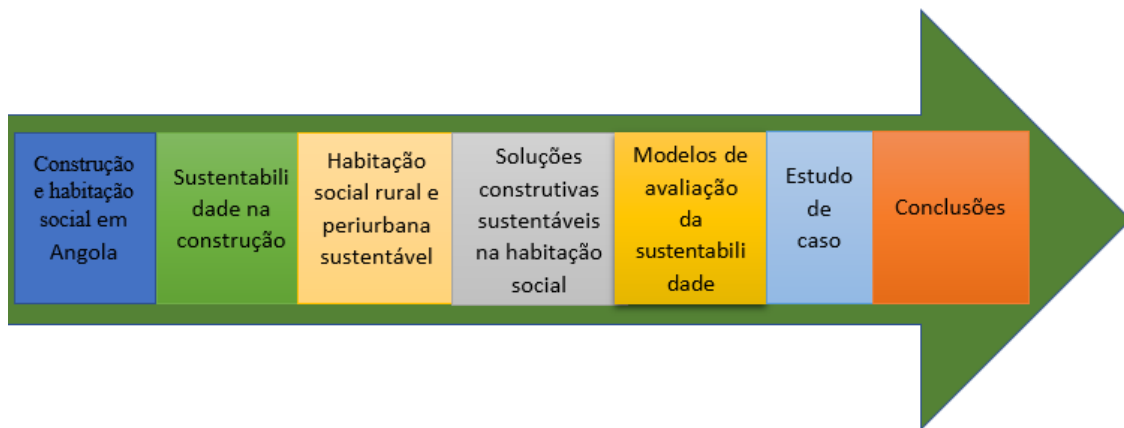


Figura 1 - Desenvolvimento do trabalho

O trabalho desenvolvido nesta tese tem 10 capítulos e a bibliografia no final. A seguir faz-se um resumo dos assuntos referidos em cada capítulo:

- No capítulo 1 apresenta-se a relevância do tema, a justificativa, a pergunta de partida, os objetivos, a metodologia utilizada e a estrutura;
- No capítulo 2 faz-se referência ao sector da construção, seus impactos e a sua importância para o desenvolvimento económico e social, apresenta-se o problema da habitação, algumas estratégias de desenvolvimento desta e, expõem-se o problema da construção e da construção de habitação social com especial referência a Angola;
- No capítulo 3 aborda-se o problema da sustentabilidade na construção referindo a importância do contributo da construção para o desenvolvimento sustentável nos PD, o uso de modelos e ferramentas de análise da sustentabilidade e o seu contributo para o desenvolvimento sustentável nestes países;
- No capítulo 4 aborda-se a construção de habitação social rural e periurbana nos PD, referindo as necessidades de antes da construção se efetuar o planeamento e se definirem estratégias de desenvolvimento local, que contribuam para o desenvolvimento económico e social das populações, a diminuição dos impactos ambientais, através do planeamento da agricultura urbana, da recolha seletiva e tratamento local de resíduos ou efluentes, da utilização e incorporação de sistemas de energias renováveis para a produção de energia, tratamento e aquecimento de água, para a confeção de alimentos, fazendo referência ao uso de sistemas de energias renováveis como a solar, hídrica, biomassa e eólica;
- No capítulo 5 refere a utilização de soluções construtivas mais sustentáveis, com a utilização de sistemas bioclimáticos que contribuem para criar conforto e soluções construtivas com menores impactos e que utilizam materiais renováveis;
- No capítulo 6 apresentam-se alguns modelos de análise da sustentabilidade, referindo-se a importância de modelos adequados aos PD;

- No capítulo 7 apresenta-se o LiderA Países em Vias de Desenvolvimento (LiderA PD) e faz-se uma comparação com os dois principais sistemas utilizados internacionalmente, o BREEAM e o LEED;
- No capítulo 8 apresenta-se o caso de estudo onde se propõem as bases de um plano de desenvolvimento de uma aldeia, onde se procura utilizar as principais medidas de análise da sustentabilidade previstas no LiderA PD que contribuem para a ajuda na definição das principais estratégias de desenvolvimento local, nomeadamente: a necessidade da existência de um plano diretor e de desenvolvimento; o aproveitamento dos recursos naturais locais para o desenvolvimento de atividades económicas, como o rio para produção de energia e aquicultura e para o aumento dos terrenos agrícolas; o aproveitamento das energias renováveis para aquecimento, tratamento de água e cozinhar, utilizando a energia solar e a biomassa; a proposta de um modelo de gestão dos resíduos sólidos e efluentes que permite contribuir para a diminuição dos impactos ambientais e promover pequenas atividades económicas através da recolha seletiva, compostagem e reutilização para rega dos efluentes tratados; a utilização de uma solução construtiva baseada em materiais locais de baixo impacto, que utiliza técnicas bioclimáticas de conforto adequadas ao contexto local e que contribui para o desenvolvimento económico e social com a criação de emprego. Por último neste capítulo faz-se a análise da proposta de projeto com a utilização do LiderA PD;
- No capítulo 9 apresentam-se os resultados referentes à hipótese da tese e os resultados do modelo de avaliação e o contributo deste para o desenvolvimento sustentável;
- No capítulo 10 apresentam-se as conclusões e propostas de desenvolvimento futuro.

2. Construção e habitação social em Angola

O objetivo deste capítulo é o de fazer uma revisão bibliográfica sobre o tema da construção de habitação a custos controlados em termos gerais com especial relevância nos PD, nomeadamente, em Angola, sendo a sua estrutura apresentada na figura 2.

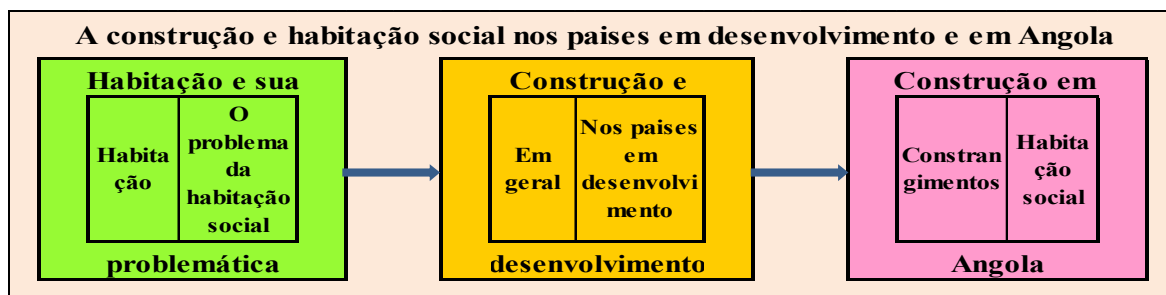


Figura 2 – Desenvolvimento do segundo capítulo

2.1. Habitação e habitação social

2.1.1. Habitação e habitar

A habitação permite criar condições para o homem ter um abrigo, um lar e para se inserir na sociedade. Uma habitação condigna permite ao homem habitar, trabalhar, recrear-se e circular. Para poder satisfazer estas condições, a habitação precisa de ter espaço, luminosidade e ventilação (CIAM, 1933). O tipo de habitação molda o indivíduo que a habita, este por sua vez molda o local onde esta habitação está inserida, manifesta a personalidade de quem nela vive, permite uma determinada mobilidade e socialização e tem acesso a um determinado conjunto de bens e serviços existentes no local (Sixsmith, 1986 e Cabrita, 1995, citados por Miron, 2008), trazendo estabilidade social e envolvimento. A falta de harmonia nalguns dos aspetos anterior leva a desequilíbrios. Assim os aspetos sociais, económicos, demográficos e climáticos, são parte integrante do estudo da habitação, sendo que esta influencia a qualidade de vida das populações, o progresso social e a capacidade de inserção na sociedade dos seus habitantes (Novais-Ferreira & Sampayo, 1971; Sampayo et. al, 1973; Correia, 1984).

Uma habitação adequada permite fornecer: condições adequadas de abrigo; proteger a saúde dos seus ocupantes; promover a integração no sociedade dos seus ocupantes; promover o desenvolvimento urbano; ser um fator de desenvolvimento cívico; poder proporcionar desenvolvimento pessoal; um uso eficiente dos fundos públicos utilizados na sua construção/utilização e uma melhor distribuição dos rendimentos e de criação de

emprego (Byrne & Diamond, 2007 e Erbas & Nothhaft, 2002 citados por Obeng-Odoom, 2009).

O habitar e a habitação tem assim dois aspetos independentes, mas que se relacionam e vão limitar as condições dos seus utilizadores, que são a habitação como objeto e o local onde a mesma se insere (Sampayo et. al, 1968). O local pode funcionar com impulsionador ou limitador das oportunidades de desenvolvimento pessoal das pessoas que dela usufruem, através das relações sociais e económicas que esta localização permite.

2.1.2. Problema da habitação e as necessidades de habitação social

O problema da habitação é um problema que surge com o progresso social, com a revolução industrial e com o aumento da população conseguido através do progresso tecnológico trazido pela medicina (Tavares, LEA Mem. 153), originando assim um elevado crescimento demográfico das populações, mas também por causa da deslocação das populações das zonas rurais para as urbanas. Por sua vez o avanço tecnológico origina mudanças comportamentais e maiores exigências em termos de necessidades básicas de habitabilidade, originando que muitas das habitações mais antigas a serem inadequadas no presente (Novais-Ferreira & Sampayo, 1972).

A habitação e o progresso social e económico estão diretamente relacionados (Novais-Ferreira & Sampayo, 1972), estando a habitação relacionada com o rendimento de uma dada região e com o rendimento disponível para ser dispendido que pode ser gasto nela pelos diversos extratos populacionais existentes nessa região. O incremento do desenvolvimento social e económico de uma dada região vai permitir que as famílias que auferem desse aumento tenham maior capacidade de dispor de meios monetários para serem utilizados na habitação, (Novais-Ferreira & Sampayo, 1972). O problema da habitação é uma consequência da falta de rendimento familiar, que se manifesta mais nos países menos desenvolvidos, que seja capaz de suportar as despesas relacionadas com a aquisição ou aluguer de uma habitação condigna, sendo assim é um *“problema-consequência das condições económicas e sociais que permitem a existência de grupos populacionais economicamente incapazes de obterem o que necessitam para uma vida condigna”* (Sampayo et al., p.6, 1973).

Por exemplo na África do Sul, du Plessis et al. (2003) referem que as classes de menores rendimentos chegam a gastar quase 75% do seu rendimento disponível em alimentação e energia, pouco lhes restando para as outras necessidades e para a habitação. Por essa razão as populações de menores recursos geralmente vivem em habitações de carácter informal, provisórias, de autoconstrução, sem condições de oferecer abrigo contra os elementos da natureza e de segurança de bens (Wekesa et al.

2010). Isto porque mesmo que a habitação lhes seja oferecida algumas famílias podem não ter capacidade de suportar os encargos de manutenção (Gilbert, 2014). O problema da habitação social é um problema de difícil solução, podendo originar uma situação quase sem saída, como a representada na figura 3.

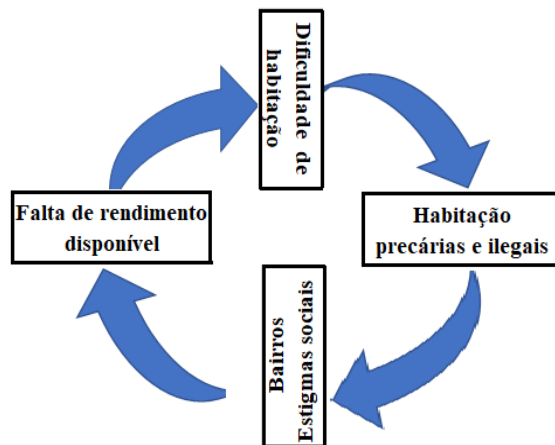


Figura 3 – Problema da habitação social

A produção de habitação é muito dependente da procura e dos ciclos económicos e como tal as empresas têm tendência a produzirem determinados tipos de habitação destinados a algumas faixas de mercado que os procuram (Campinus-Dubernet, 2000 e Carassus, 2002). O problema reside nas faixas de população com rendimentos mais débeis em que há a necessidade dos governos terem uma intervenção de índole mais alargada definindo algumas políticas que possa favorecer estes e que lhes permitam aceder a uma habitação condigna (Saffer, 1982, citado por Miron, 2008).

As necessidades de habitação só são possíveis de determinar depois de um estudo preparatório que permita conhecer o número de habitações existentes, das características dessas habitações e de quantificar a população existente em cada local. Para além disso é preciso conhecer as características dessa população e dos possíveis movimentos migratórios com base em dados históricos e previsionais. Havendo também a necessidade de preparar o sector para o seu desenvolvimento através da preparação dos recursos em termos de pessoas e da estrutura do mesmo (Sampayo et. al, 1973). Para além disso a falta de locais adequados à construção de habitação social, a construção em locais isolados e a construção de muita habitação social junta, pode originar a criação de estigmas associados a conceitos de segregação de classes e com isso limitar as possibilidades de os habitantes destes bairros em terem ou ser-lhes dado emprego, assim como poderem criar o próprio emprego (Gilbert, 2014).

A figura 4, da página seguinte, foi elaborada com base nas ideias anteriormente expostas, apresenta o principal problema da habitação social que é um problema de falta de rendimento disponível para a habitação e, segundo Bredenoord & van Lindert

(2010b), a maior parte das soluções, baseadas na habitação social, não conseguem criar condições para a resolução do problema, essencialmente se não houver capacidade de aumentar os rendimentos disponíveis.

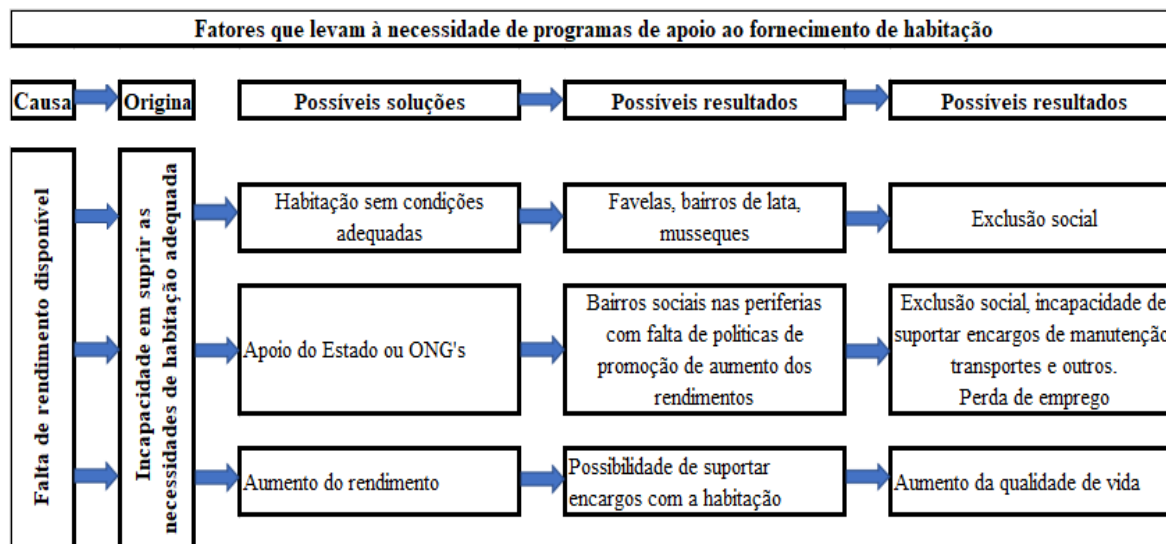


Figura 4 – Possíveis soluções para o problema da habitação social

Neste sentido e conforme as ideias apresentadas anteriormente por diversos autores, o modelo mais adequado para a solução do problema da habitação social passa por apoiar as populações que não conseguem suprir esta necessidade, mas também por planear estes apoios em função das oportunidades de desenvolvimento económico que possam aumentar o rendimento das populações apoiadas, para criar a oportunidade destas saírem da possível armadilha de estarem associados à habitação social e com dificuldades de suportar encargos e de melhorar as suas condições sociais, como apresentado na figura 5.

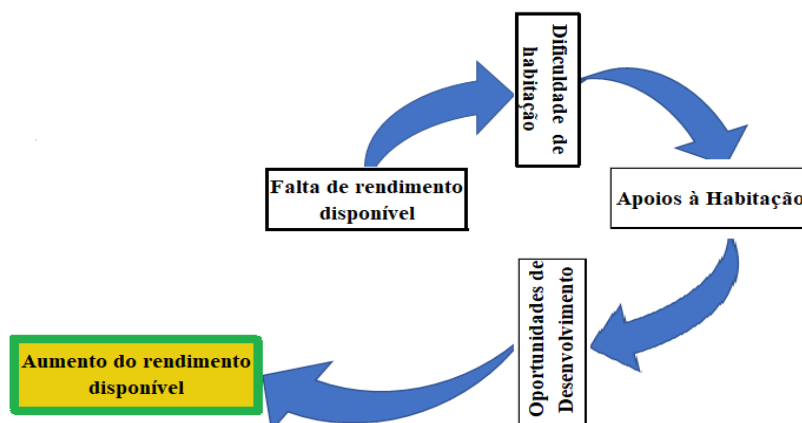


Figura 5 – Modelo da solução mais adequada para o problema da habitação social

2.1.3. Estratégias para o desenvolvimento de habitação social

A definição de modelos de habitação social, e os destinatários de cada um destes modelos, está relacionada com as capacidades financeiras de suportar os encargos referentes à aquisição e manutenção de uma habitação. Os sistemas ou modos de provisão de habitação devem ser baseados na análise social das famílias ou indivíduos e na análise das relações que existem no sector da construção e na forma como se produz e se consome o produto habitação (Ball and Harloe, 1992; Healey and Barret, 1990 e Ball, 1983, 1986 citados por Keivania & Werna, 2001).

Os programas destinados à habitação para as pessoas de mais baixos rendimentos, geralmente baseiam-se em três principais formas de provisão, que são a construção de habitação, a ajuda na autoconstrução, a melhoria de habitações existentes e, em raros casos, o fornecimento de habitação pelas entidades privadas (Okpala, 1992 e UNCHS, 1996 citados por Keivania e Werna, 2001). Estas formas, segundo os seguintes autores apresentados por Ogu & Ogbuozobe (2001), são geralmente promovidas através políticas de incentivo financeiro (Ode, 1995), com o objetivo de beneficiar as rendas, tornando-as mais flexíveis (Choguill, 1994), de fornecer empréstimos em condições mais vantajosas (Lee, 1995), de terrenos urbanizados e de garantia de posse e de remoção de aspetos burocráticos que impeçam o desenvolvimento do sector, sendo também importante o desenvolvimento de regulamentos para o setor dos materiais de construção (Hamdi, 1991).

Bredenoord & van Lindert (2010b) referem que a solução para o problema da habitação das classes mais baixas tem sido o da autoconstrução. A autoconstrução é principalmente feita pelo setor informal, que segundo Keivania e Werna (2001), se baseia em: assentamentos ilegais (favelas, musseques), construções precárias e geralmente inadequadas construídas em terrenos ocupados; na divisão informal de terrenos a que tomaram posse promotores ilegais e no arrendamento de unidades habitacionais em assentamentos ilegais. O sector informal representa um importante papel, levando a que os governos tolerem as ilegalidades que este sector faz (Drakakis-Smith, 1981 citados por Keivania e Werna, 2001).

No entanto para evitar muitos dos problemas associados a este modelo de construção, os governos (Ogu & Ogbuozobe 2001; UNEP, 2003; Bredenoord & van Lindert, 2010b), devem criar políticas de apoio com: a criação de lotes de terreno com infraestruturas e equipamentos adequados, em locais com potencialidade económicas e de emprego, que promovam qualidade de vida e de desenvolvimento social, sendo necessário para isso que a construção de habitação contribua para a criação de emprego, ou seja para a redução da pobreza, não contribuindo também para o aumento dos custos das famílias, porque se estes forem maiores menor será a capacidade de ter meios para fazer face a

outras despesas como a saúde e educação e, com condições de pagamento adequadas às potencialidades das pessoas a que se destinam; a existência e fornecimento de títulos legais de posse dos lotes; acesso adequado a infraestruturas como ruas, redes de água, energia, saneamento, equipamentos e serviços sociais; assistência técnica durante a fase de construção; a existência de materiais com adequadas condições técnicas e o apoio à utilização dos mesmos, nomeadamente, com a formação e fornecimento de ferramentas e equipamentos ou apoio à compra; a criação de sistemas de financiamento através de microcrédito ou outros apoiados pelo governo; o apoio a sistemas associativos, por exemplo as cooperativas; criação de regulamentos que incidam sobre todo o sector da construção, incluindo o dos materiais de modo a que se criem condições para o desenvolvimento de todo o sector e que haja materiais com qualidade e de baixo custo.

A capacidade de fornecimento e aquisição de habitação está assim muito relacionada com a capacidade industrial de um determinado país ou região (Marcuse, 1990 citado por Phago 2010; Tapie et al, 2000). O apoio do estado é assim fundamental. No entanto os elevados meios que são exigidos impedem que alguns estados forneçam os apoios necessários à resolução do problema. Para que este apoio seja adequado há que ter uma política de planeamento e urbanização de solos, de criação de regulamentos e de criação de técnicos capazes de supervisionar e apoiar, e de promover o crescimento económico de modo a que as pessoas de menores recursos possam aumentar os seus rendimentos.

2.1.4. Fatores que influenciam a construção de habitação social

A habitação nos países menos desenvolvidos está sujeita a algumas limitações associadas à falta de capitais, de técnicos e de tecnologia apropriada. A transferência de recursos para suprir esta carência pode trazer problemas a outros sectores. A resolução do problema passa pela dinamização de todo o sector, com o incremento da atividade associada ao mesmo, com um conseqüente aumento do rendimento disponível e maior capacidade de investir na habitação por parte dos empresários e um aumento de utilizadores finais, através da compra ou do aluguer (Nevitt, 1967, citado por Novais-Ferreira & Sampayo, 1971), fomentando-se assim o desenvolvimento económico e social em geral e não só a resolução do problema da habitação, procurando evitar a saída de divisas para a obtenção de materiais de construção e para a obtenção de mão-de-obra especializada.

Nem todas as famílias conseguem ter meios para satisfazer adequadamente as suas necessidades de habitação, precisando de serem ajudadas a resolver esta sua incapacidade, necessitando assim de apoios sociais. O Banco Mundial define que as famílias que têm menos de metade do rendimento médio de um determinado país, devem ser apoiadas (Hovnanian, 1984). À habitação construída ou impulsionada através

destes apoios costuma chamar-se habitação social e contribui para a integração social, tendo em vista o aspeto económico e ambiental numa perspetiva de sustentabilidade da comunidade. Há a necessidade de apoiar estas famílias de menores recursos através de subsídios e outras formas de apoio social por parte dos governos ou outras entidades sem fins lucrativos (Social Housing Foundation, 2000 citada por Cheetham, 2003; Ogunsanya, 2009).

Na habitação social é usual definir nos programas de promoção da mesma, características funcionais máximas e mínimas. Esta definição de características funcionais e construtivas máximas e mínimas tem por objetivo na habitação social de diminuir os custos de construção, definindo-se assim modelos construtivos onde se apresentam áreas e acabamentos (Pfeifer & Pohl, 1984). Estes custos de construção conseguem-se diminuir através (Cardoso et al., 1984): da tecnologia, das soluções construtivas que tenham menores custos; da diminuição dos consumos de energia incorporada; do aumento da rotação de capital e redução deste; da redução dos impostos; com a utilização de soluções construtivas que necessitem de menos equipamentos e de menores áreas não úteis e; da utilização de materiais locais.

A habitação social é assim uma habitação onde se pretende controlar os custos de construção. Para além dos custos de construção há que conceber construções que sejam duradouras e cujos custos de utilização e manutenção sejam baixos (Pfeifer e Pohl, 1984). Esta habitação normalmente é chamada de habitação social, ou habitação a custos controlados, porque a mesma obedece em termos construtivos a determinados padrões com características funcionais mínimas e máximas adequadas a determinadas faixas da população, sendo por sua vez vendida ou alugada a preços que tem um valor máximo unitário em termos de habitação ou de m² (Tavares, LEA, Memória 153).

2.2. Habitação social em Angola

2.2.1. As necessidades de habitação social em Angola

Segundo Sampayo et.al (1973), Angola em 1968 já possuía falta de habitação da ordem de 1.100.040 habitações, sendo que nesta data a população considerada abrigada era da ordem de 33% do total da população. Para além do aumento da população quer em termos demográficos quer em termos de deslocação para as cidades, o problema da habitação em Angola está na pequena quantidade do parque habitacional construído pelas gerações anteriores. Assim a falta de habitação condigna, de acordo com os padrões ocidentais, em Angola é um problema que sempre existiu (Sampayo et.al, 1973).

O problema da habitação em Angola foi-se agravando desde o final da década de 70 do século XX em virtude da guerra, com muitas das populações do campo a se refugiarem nas cidades, originando a sobrelotação das casas e imensos assentamentos irregulares. A sobrelotação das habitações com a conseqüente sobrelotação das infraestruturas é um problema que afeta as grandes cidades, nomeadamente, Luanda onde segundo dados do PNUD (2005), há cerca de 43% de casas em que dormem por quarto quatro ou mais pessoas.

O governo atual de Angola reconhece que o problema da habitação é um problema grave existente no país, que as condições de habitabilidade das cidades se degradaram e que é preciso mudar as condições existentes. Segundo CAHF (2016) as necessidades de habitação em Angola são de cerca de 2 milhões. No entanto Angola tem uma taxa de crescimento da população de cerca de 3,23% ao ano e cerca de metade da população tem menos de 15 anos, o que leva a que as necessidades de habitação aumentem, não tendo o mercado condições de as fornecer, nem as populações condições monetárias para as comprar, uma vez que o ordenado médio mensal é de cerca de 500 USD.

2.2.2. Os programas de habitação social em Angola

Cain (2017a) faz uma evolução do sector da habitação em Angola referindo os diversos programas que existiram ao longo do tempo após a independência. Começa por referir o programa governamental de apoio à autoconstrução elaborado em 1982, referindo que não teve sucesso devido à falta de capacidade de produção de materiais de construção, que originava altos custos dos materiais importados e que o controlo centralizado por parte da administração central que tinha falta de profissionais qualificados também impediu o sucesso deste programa. Posteriormente em 1991, o Estado criou um programa de venda habitações que o Estado tinha tomado posse e esse programa tinha como objetivo o de conseguir fundos para relançar a construção de infraestruturas para fomentar a construção de habitação, referindo Cain (2017b) que em virtude do programa ter sido lançado próximo de eleições os preços de venda foram baixos e o valor encaixado com as vendas também foi reduzido, o que originou que o programa de autoconstrução dirigida em terrenos infraestruturados não avançasse de imediato. A prioridade deste programa era a de terminar habitações começadas no tempo colonial que tinham sido abandonadas.

Segundo Cain (2017a) em 2007 iniciou-se a criação de reservas de terrenos de construção com a intenção de criar novas Centralidades, com quatro tipos de habitação: urbanas ou rurais; habitações sociais; habitações promovidas pelas entidades particulares e habitações de autoconstrução. A isso seguiu-se o programa de 1 milhão de casas lançado em 2008 por iniciativa presidencial, o Programa Nacional de

Desenvolvimento Habitacional, que tinha por objetivo dar resposta aos Objetivos de Desenvolvimento do Millennium (MDG), onde estava previsto que o Estado contribuísse com a construção de cerca de 115.000 habitações, o sector privado 120.000, o sector cooperativo 80.000 e a autoconstrução 685.000 sendo destas 420.000 urbanas e o resto rurais.

A construção de habitação a custos controlados é feita maioritariamente pelo governo de Angola, havendo alguns projetos apoiados por entidades privadas ou organizações sectoriais de trabalhadores que constroem habitação para os seus trabalhadores e alguns projetos cooperativos. Qualquer uma das situações anteriores são projetos que têm custos elevados e destinados a uma população da classe média com rendimentos elevados ou apoiada pelas empresas empregadoras. Em termos de habitação financeiramente apoiada e com custos controlados existem alguns projetos apoiados por Organizações não Governamentais (ONG), como, por exemplo o projeto do Huambo desenvolvido pelo Development Workshop Angola (DWA) e apoiado pelo modelo de microcrédito KixiCasa, também desenvolvido pelo DWA, cujo custo de construção de uma habitação de 3/4 quartos tem um custo estimado de cerca de 30 mil USD (CAHF, 2016).

Segundo Cain (2017a) a criação de projetos como o Projeto Nova Vida, com objetivo de fornecer habitações a antigos combatentes e a funcionários públicos a um preço mais baixo que o existente no mercado com um sistema de pagamento de renda resolúvel durante 20 anos, só foi adotado numa parte inicial da primeira fase, cuja construção ficou completa em 2005 e que numa fase posterior os preços subiram, uma vez que o Estado só passou a financiar o terreno e as infraestruturas e em vez da renda resolúvel foi adotado um modelo de pagamento inicial de 40% e o restante sujeito a uma renda resolúvel.

Nesta fase a percentagem destinada aos funcionários públicos foi de 30% e o restante para o público em geral. Na segunda fase, que começou em 2010, o projeto teve como destino os casais jovens com idade entre o 30 a 35 anos com preços de cerca de 140.000 a 300.000 USD por apartamento o que representava menos de metade do exigido pelo sector privado, mas que mesmo assim para conseguirem aceder a estes valores a soma dos ordenados dos jovens casais tinha de ser cerca de 5.000 USD por mês, sendo assim destinados a uma classe média alta, uma vez que em relação ao preço apresentado inicialmente definido houve um aumento de 170% (Cain, 2017a).

Cain (2014) refere que os projetos de construção de habitação chamados Novas Centralidades contribuíram para a redução dos preços de venda de apartamentos essencialmente em virtude da redução dos preços feita pelo governo e do apoio através de taxas de juro baixas, conseguindo-se assim que os funcionários públicos tivessem

acesso às habitações, mas que mesmo assim as outras classes de menores rendimentos, que são a maioria da população não conseguem ter acesso devido aos preços ainda elevados, concordando assim Watson (2014) que afirma que as despesas do estado no financiamento dos funcionários públicos não trazem benefícios no apoio às populações de menores recursos, que continuam a ter problemas de habitação condigna.

Em termos de apoio à construção de habitação promovida pelo Estado existe o Fundo de Fomento Habitacional, criada pela Lei 3/07 de 3 de Setembro de 2007 e posteriormente regulada pelo Decreto do Conselho de Ministros 54/09 de 28 de Setembro de 2009, que teve por objetivo financiar especialmente as atividades de promoção, urbanização, construção e gestão de habitação de carácter social, com dotações do orçamento de estado.

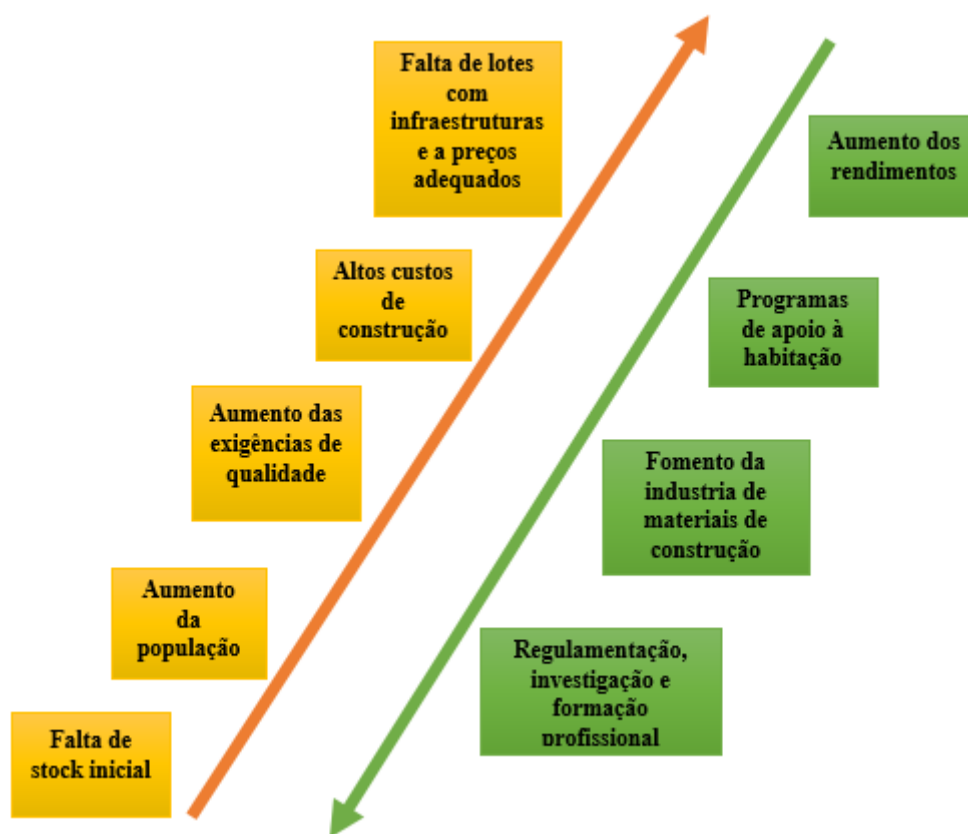


Figura 6 – Fatores que influenciam as necessidades de habitação e os preços

A Lei 3/07 de 3 de Setembro de 2007 - Lei de Fomento Nacional tem como objetivo definir a política de fomento habitacional e garantir o direito de habitação a todos os cidadãos angolanos, conforme o previsto na Constituição de Angola (DR, 2007; DR, 2009).

No entanto este fundo tem sido utilizado para promover a habitação destinada aos funcionários públicos, financiando projetos como os das centralidades, como por exemplo, o Kilamba em Luanda, cujos preços das habitações do tipo com três quartos

são de 80 mil USD com pagamentos mensais de 360 USD e uma taxa de juro de 3% ao ano (CAHF, 2016).

Segundo CAHF (2016) estes projetos de habitação são construídos nas zonas de periferias urbanas e tem alguns problemas como a falta de transportes para o centro da zona urbana onde se situam maioritariamente os empregos, ou seja, os departamentos do Estado onde trabalham a maior parte dos utentes.

A figura 6, da página anterior, baseada no exposto anteriormente, procura apresentar os fatores que originam que aumente a falta de habitação adequada e a necessidade da existência de apoios à construção de habitação, assim como aqueles que fatores que levam à diminuição das necessidades de apoio à habitação.

2.3. O sector da construção e a sua importância

2.3.1. O sector da construção

Uma definição de construção e sua relação com a atividade económica e desenvolvimento local é dada por Sanya (2012) que refere que a construção é um conjunto de processos que utilizam mão-de-obra, equipamentos de fabrico e transporte, através do qual se inserem produtos num produto final, sendo que o seu impacto em termos ambientais, económicos e sociais se inicia pela extração dos recursos naturais, pela transformação destes e sua incorporação nos edifícios, que, no entanto, se prolongam com a, utilização, manutenção e na posterior demolição, reabilitação ou reciclagem, originando impactos económicos ao nível local, onde a construção do edifício se faz, mas também possivelmente a um nível mais geral por causa dos produtos não localmente produzidos.

A construção é um sector muito fragmentado geralmente constituído por diversos intervenientes de pequenas empresas que intervêm em determinadas etapas da construção, criando problemas de comunicação e de coordenação, assim como dificuldades na implementação de melhorias por causa de que os projetos/construção são feitos por equipas temporárias que no final geralmente são dissolvidas (Kaatz et al., 2005).

O processo de construção, segundo Warszawski (1996), diz respeito à execução por uma empresa de construção de um conjunto de atividades com o objetivo de executar determinado projeto de construção, nos termos e nas condições definidas num determinado contrato, de entre as quais se destacam as atividades de planeamento, coordenação, incorporação, monitorização e controlo, utilizando os recursos que a mesma possui, e a que tem acesso.

Para Brochier (1998), o processo de construção é constituído por várias etapas com diferentes intervenientes, distintos graus de dificuldade de execução e com diferentes tempos de execução. As principais etapas do processo global são: a montagem, a conceção do projeto, a escolha da empresa (ou das empresas) que vão executar o projeto, a realização da obra, a receção dos trabalhos e, possivelmente a exploração e a manutenção.

O processo construtivo varia de país para país, sendo esta maior quando se compara os processos construtivos de um país mais desenvolvido com um de menor desenvolvimento. Thomas (2002), refere que nos PD os métodos de construção, devido à mão-de-obra ser barata, são geralmente baseados na utilização de sistemas que usam esta de forma intensiva.

2.3.2. Características do produto e do mercado da construção civil

A construção civil é caracterizada pela sua elevada diversidade e heterogeneidade, a produção é muito variada e as repetições são raras o que limita os ganhos de produtividade e as economias de escala. Por sua vez tem um elevado número de intervenientes com diferentes especialidades, graus de conhecimento e competências, tendo também particularidades especiais como: a construção de produtos imobilizados no solo, procura localizada e muito diferenciada, trabalho em estaleiros temporários, exige a deslocação de pessoas equipamentos e materiais, produto muito dependente do local de instalação, procura muito sujeita às condições económicas das famílias (Afonso et al., 1998; INOFOR,1999; Campinus-Dubernet, 2000; Carassus, 2002).

O ciclo de vida do produto construção, fruto do desenvolvimento das teorias de sustentabilidade ambiental, tende a caminhar para um circuito onde se faz o reaproveitamento dos materiais que foram incorporados no projeto. Isso é necessário porque a construção é dos sectores que mais contribui para as mudanças provocadas no ambiente, não só pelos impactos diretos que a construção de um projeto provoca, mas também porque vai fomentar outros impactos provocados na fase de utilização e na fase de demolição ou reabilitação (Le Moniteur, 2003; Myers, 2005). A figura 7, da página seguinte, representa o ciclo de vida do setor da construção.

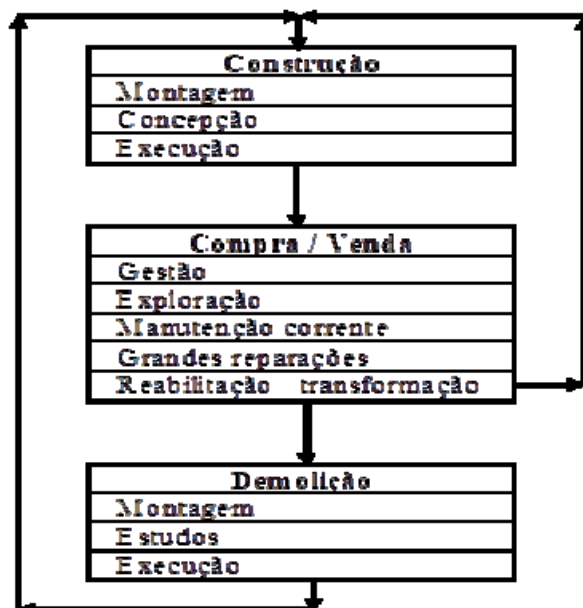


Figura 7 – O ciclo de vida do produto construção (fonte Carassus 2002)

Cada região tem as suas características próprias (materiais, técnicas de construção, clima e os seus constrangimentos) e, segundo Brousseau & Rallet (1995), o produto da construção é caracterizados por ter estas mesmas características, o que leva a que as pequenas empresas locais tenham algumas vantagens concorrenciais, porque conhecem bem as características do mercado e possuam também um bom conhecimento, dos processos de construção utilizados no local.

A fileira da construção é constituída pelas empresas de construção, pelos promotores, projetistas, pelas indústrias de materiais e equipamentos e pelo sistema bancário e financeiro (Boublil, apud Carassus 2002).

2.3.3. Impactes da construção

2.3.3.1. Positivos

A construção é um dos mais importantes sectores económicos de um país contribuindo para a criação de emprego e o desenvolvimento do mesmo. Alguns dos impactes positivos da construção são: a construção de edifícios que permitem satisfazer as necessidades humanas em termos de local de abrigo para habitar, trabalhar ou recreação, onde o ser humano passa grande parte do seu tempo e nele ter momentos agradáveis e de bem-estar; ser uma fonte de criação direta ou indireta de emprego; contribuir para o desenvolvimento económico e redução da pobreza; contribuindo para a economia de uma região ou país (Kibert et al., 2000; Forsberg & Malmberg, 2004; Libovich, 2005; du Plessis, 2007; Zuo & Zhao, 2014). A criação de emprego pode ser feita em qualquer

local onde a construção se faça, podendo servir para desenvolver o local através da transferência de tecnologias, sendo que o desenvolvimento local é maior nas regiões onde este for menor (Ofori, 2007).

Em termos económicos a construção é um dos principais fatores de investimento em meios fixos e existem estudos que por cada unidade de valor monetário investido na construção se gera três unidades de valores monetários de investimento total nos outros sectores. A atividade da construção tem vindo a crescer nos PD, tendo entre os anos de 1965 e 1998 quase triplicado o valor da sua importância. Nestes países pode representar cerca de 50% do valor total do investimento e ser fonte de emprego para cerca de 82 milhões de trabalhadores, que representam cerca de $\frac{3}{4}$ do total do emprego no sector a nível mundial, demonstrando assim a importância do sector nestes países e que os mesmos utilizam soluções construtivas de mão-de-obra intensiva (UNEP, 2003).

2.3.3.2. Negativos

Bidou (2006) diz que toda a vida de uma construção e todas as suas atividades estão relacionadas com o ambiente interagindo e causando impactos neste, passando pela ocupação do solo e, desde o processo inicial de conceção até ao processo final de demolição consumindo recursos e causando poluição (Libovich, 2005).

Zuo & Zhao (2014) referem como impactes negativos da construção: durante a fase de construção temos, o ruído, emissões poluentes para a atmosfera, para os recursos aquícolas e para os solos, consumos de recursos naturais renováveis e não renováveis, entre os quais a ocupação e transformação de solos; durante a fase de utilização, consumo de recursos naturais como água e outros, energia com as respetivas emissões poluentes associadas, criação de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, ruído; em termos de fase de demolição ou reabilitação o ruído, emissões poluentes para a atmosfera, para os recursos aquícolas e para os solos, criação de resíduos com a necessidade de tratamento e o consumo de energia com as respetivas emissões poluentes.

Doan et al. (2017) apresentam um resumo dos consumos de recursos associados ao sector da construção, com base em diversos autores, referindo que um terço dos recursos consumidos globalmente são consumidos pelo sector, sendo que destes; um sexto diz respeito ao consumo de água, um quarto ao consumo de madeira e 40% das matérias primas extraídas da natureza. Para além disso durante a fase de produção dos edifícios, incluindo os materiais de construção, consome cerca de 10% da energia globalmente produzida, mas na fase de utilização consome cerca de 40% da energia total. Para além disso é responsável pela emissão de cerca de 50% das emissões poluentes e, nos países desenvolvidos é responsável por cerca de 40% dos resíduos sólidos, que são originados durante a fase de construção e demolição.

Segundo Forsberg & Malmberg (2004) a construção utiliza uma grande quantidade de energia e recursos durante o seu ciclo de vida afetando o ambiente natural e por consequência a saúde humana. Ding (2008) apresenta como aspeto negativo a poluição causada pelas construções à volta do local onde as mesmas se inserem. Kaatz et al. (2005) referem que os edifícios que são mal concebidos e construídos têm necessidade de um maior consumo de materiais e de energia, podem criar problemas de saúde e segurança aos seus ocupantes, criando estilos de vida que podem ter maior consumo de recursos. A figura 8 apresenta um resumo dos principais impactos da construção.

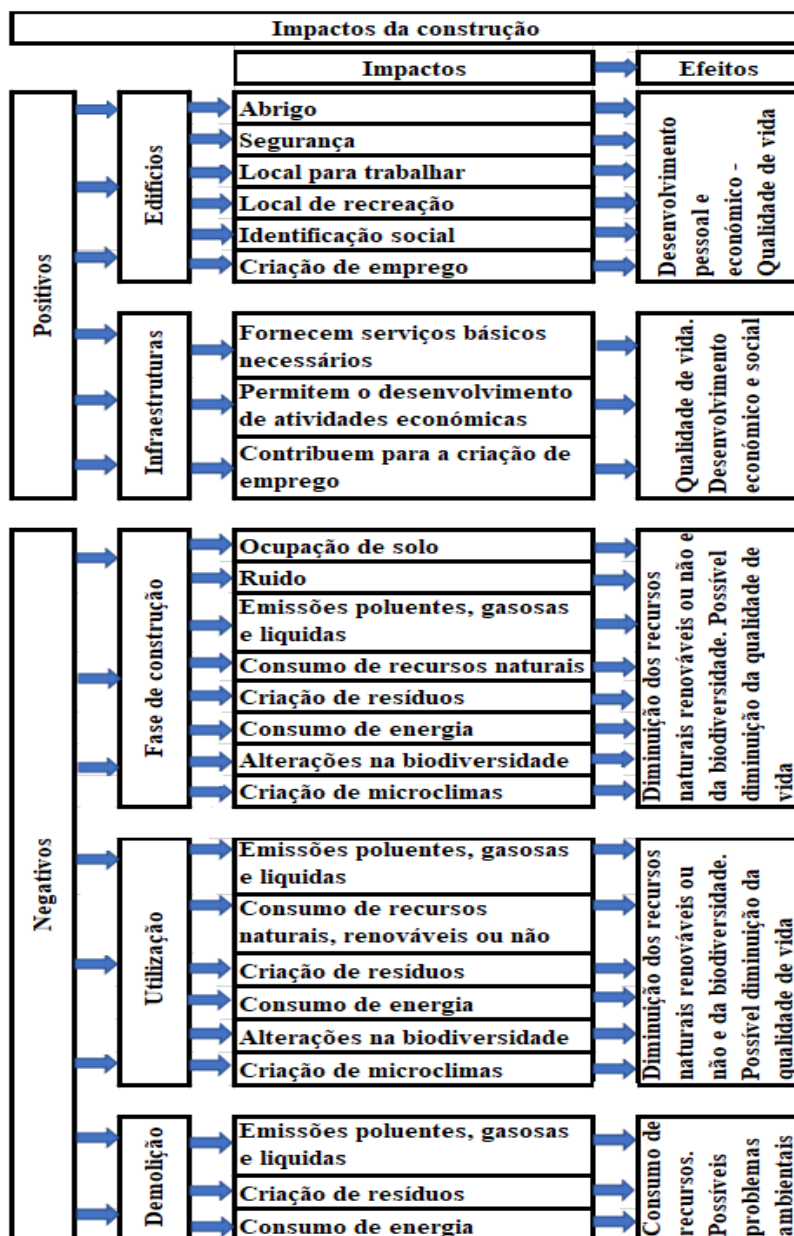


Figura 8 – Os impactos da construção

Kibert et al. (2000) consideram que a construção atual cortou as relações que antigamente existiam entre as construções e o ambiente, permitindo criar ambientes

interiores sem qualquer relação com a sua envolvente, criando também problemas através das concentrações destas nos aglomerados urbanos com a criação de falsos ambientes naturais que originam microclimas que criam condições para a existência de ilhas de calor, criando com isso condições para as alterações climáticas globais, também com a ocupação do solo origina alterações aos sistemas naturais de drenagem com a criação de possibilidades de enxurradas, inundações e erosão, com as emissões e os resíduos contribui para a degradação do ar e dos recursos aquícolas e, provoca alterações aos sistemas de biodiversidade existentes.

2.3.4. Problemas da construção nos países em vias de desenvolvimento

Os PD estão sujeitos; à rápida mudança das populações das zonas rurais para as zonas urbanas, a elevada taxa de crescimento da população, a falta de infraestruturas, a elevada taxa de pobreza e fraco rendimento, a exclusão social e elevadas desigualdades, fracos níveis de formação ou da fraca qualidade desta, a inexistência de legislação ou fraco poder de implementação da mesma, a elevada degradação ambiental das zonas urbanas com problemas de erosão, escoamento de águas pluviais, inundações, poluição do ar e dos solos e recursos aquícolas por falta de tratamento de resíduos, à falta de água potável, ao fraco desenvolvimento dos sistemas de saúde, com levadas taxas de mortalidade, à fraca participação das populações nos programas que definem as necessidades de desenvolvimento e, problemas de desertificação dos solos devido a alterações climáticas e a problemas ambientais. Todos estes problemas afetam a construção, essencialmente as empresas locais, que não têm a capacidade de contribuir para o desenvolvimento sustentável, sendo necessário que sejam criados fatores que permitam o seu desenvolvimento aumentando a capacidade através do desenvolvimento de conhecimentos técnicos a nível institucional e de todos os interessados tirando proveito dos conhecimentos e tecnologias locais para o desenvolvimento das mesmas e assim a construção dar um contributo para o desenvolvimento sustentável (Ofori, 1998; Wells, 1999; Gibberd, 2005; du Plessis, 2007; Ofori, 2007).

Se o desenvolvimento do sector da construção nos países de menores recursos se der utilizando os modelos que os países desenvolvidos usaram, levará a um aumento do consumo dos recursos naturais que implicará grandes impactos e consequências ambientais gravosas com a diminuição dos recursos disponíveis (Ofori, 1998).

Um dos problemas dos PD é a informalidade existente em grande parte da atividade económica. Segundo Mehta & Bridwell (2005) na África subsaariana só cerca de 10% da atividade económica é formal pelo que existe a necessidade de ter em conta as atividades informais existentes, nomeadamente, a que se refere à construção. A

informalidade existente nos PD cria problemas de qualidade das construções originadas pela falta de conhecimento de muitos dos intervenientes no processo de construção, embora esta informalidade possa ter algumas vantagens em termos de controlo direto do processo de construção pelos promotores, que geralmente são pequenos proprietários, que acedem aos recursos necessários à construção de acordo com as suas disponibilidades e geralmente de uma forma direta (Wells, 1999).

O contributo da construção para o PIB nos PD é muitas vezes difícil de determinar devido à elevada percentagem de informalidade do sector. Em termos de valores conhecidos, Zawdie & Langford (2002) dizem que no caso da África subsaariana este valor é de cerca de 5%, dizendo que para que o sector se desenvolva há a necessidade de promover o desenvolvimento do sector com a industrialização e a criação de capacidade de fabrico, reparação e manutenção como uma forma de reduzir os custos de produção.

Outro dos problemas associado à habitação social é o problema da terra e da sua posse. Este problema passa-se nas zonas urbanas e nas zonas rurais. A terra (solo) é a base onde se pode construir uma habitação, para além disso permite ser um local de convívio, permite construir as infraestruturas, pode ser utilizada como uma garantia para o fornecimento de crédito pelas instituições financeiras, permite ser a base para a instalação de pequenas empresas, agricultura e negócios que podem ser transferidos de geração em geração, sendo assim uma garantia para uma família (Ogu & Ogbuozobe, 2001; Brown-Luthango, 2010).

Rendimento médio anual das famílias africanas, ano de 2015 (base US\$ 2005)

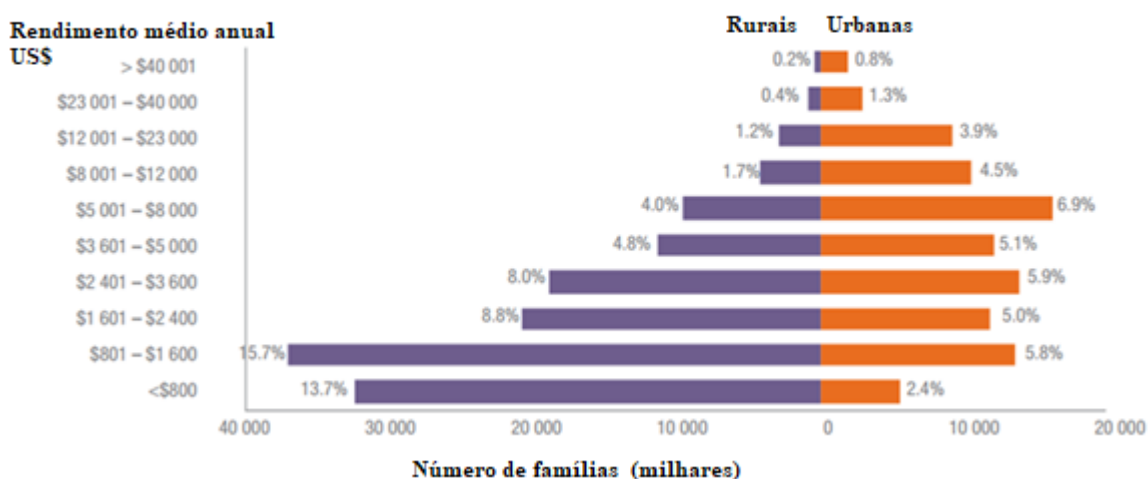


Figura 9 – Níveis de rendimento das famílias de África (fonte CAHF, 2016)

Segundo CAHF (2016) com os rendimentos obtidos pelos africanos e tendo em conta os custos de construção, uma taxa média de juro para empréstimo à habitação de 15% e um empréstimo de 20 anos as possibilidades de compra de habitação ficam limitadas, com muitas classes sem qualquer possibilidade de acesso, uma vez que o custo mais baixo conseguido para a construção de uma habitação em África resultante de um desafio lançado em vários países foi de 8.536 USD na Costa do Marfim e no Burkina Faso, sendo que a maioria das soluções apresentadas anda entre os 15.000 e 20.000 USD ou com valores acima deste intervalo. Este problema ainda se agrava mais nas zonas rurais onde os rendimentos são menores que nas zonas urbanas, como se pode ver na figura 9, apresentada na página anterior, sendo poucas as famílias africanas que conseguem ter rendimentos para compra de uma habitação (figura 10).

Rendimento das famílias em 2015 Valores em US\$ (base 2005)	Número de famílias - Mercado	Preço adequado de compra - considerando um juro de 15% e um empréstimo por 20 anos (Valores em
\$40 000,00	2 009 000	\$63 279,00
\$23 000,00	2 997 000	\$36 376,00
\$12 000,00	9 265 000	\$18 986,00
\$8 000,00	10 580 000	\$12 644,00
\$5 000,00	16 269 000	\$7 898,00
\$3 600,00	12 113 000	\$5 696,00
<\$3 600,00	45 001 000	Financiamento sem garantia de pagamento das prestações

Figura 10 – Potencialidades de compra de habitação das famílias africanas (fonte CAHF, 2016)

Cain (2014) refere que muitos dos governos dos países africanos após a independência procuraram estratégias de desenvolvimento com a criação de aglomerados populacionais, recorrendo a crédito estrangeiro barato, com os projetos a serem construídos por empresas estrangeiras e as construções destinadas essencialmente a albergar instituições e funcionários públicos, o que originou um reduzido impacto nos locais onde foram instaladas e criou problemas de endividamento que criou problemas de desenvolvimento durante várias décadas.

Claes et al. (2012) apresentam como vantagens da construção nos PD a capacidade de empregar mão-de-obra de uma forma intensiva e com diferentes níveis de conhecimento, podendo contribuir para o desenvolvimento económico e redução da pobreza. No entanto apresentam como desvantagens o carácter temporário e informal do emprego e as fracas condições de trabalho que originam frequentes acidentes. Fatores que influenciam o sector da construção em Angola

2.3.5. Constrangimentos no desenvolvimento do sector

Segundo CAHF (2016) o sector da construção em Angola representa cerca de 10,4% do PIB e o sector privado de fornecimento de habitação nos meios urbanos tem uma rentabilidade média de 9,64%. Estes dados são referentes até ao ano de 2015, fruto da baixa de preço do petróleo que é a principal fonte de receitas de Angola, estes valores possam ser diferentes.

Cain (2017a) refere que, não obstante; os apoios do Estado, a entrega da gestão de alguns programas de habitação de fomento estatal a entidades privadas, o terem melhor acesso a crédito a serviços e formação, o sector da construção em Angola depende das empresas estrangeiras em virtude de as empresas locais não se terem desenvolvido, não saberem determinar os custos de construção e não terem uma cultura de aprendizagem com os projetos executados anteriormente. Também refere que um dos grandes problemas é a dificuldade em obter crédito bancário para a compra de habitação e que esta dificuldade pode ter origem na resolução dos problemas que surgem pela falta de pagamento das prestações em que os bancos tem de estar 3 anos à espera da resolução do caso e sem receber rendas nem poder tomar posse do imóvel. Referindo que há a necessidade de ter garantias de acesso ao crédito como um meio de poder fomentar o sector privado da construção.

CAHF (2016) refere que o sector da construção enferma de vários problemas o que leva a que o sector local em geral, ou seja, incluindo o do fabrico de materiais de construção esteja subdesenvolvido e que depende muito das empresas estrangeiras e da importação, o que origina custos mais elevados, não obstante a construção de várias fabricas de cimento, o que com a baixa dos preços de petróleo e a diminuição do investimento em construção levou a que haja excesso de capacidade de produção de cimento.

Segundo CAHF (2016) os programas de construção de habitação promovidos pelo governo com o apoio financeiro dos empréstimos da China permitiram aumentar o stock de habitações existentes, mas pouco contribuíram para o desenvolvimento do sector da construção porque continuam a existir problemas de falta de segurança na posse de terrenos e das habitações, da falta de infraestruturas, da falta de sistemas financeiros de apoio e, da falta de regulamentos adequados. Isto origina que o sector continue com preços muito elevados e que o fornecimento de habitação pelas entidades privadas só seja possível às classes de maiores rendimentos, que são uma minoria da população. Por sua vez a habitação promovida pelo Estado destina-se essencialmente aos funcionários públicos e à classe média urbana, continuando a maioria da população limitada ao acesso a habitações informais ou à autoconstrução.

A falta de equipamentos e de infraestruturas adequadas é segundo Cain (2017b) devido aos baixos preços praticados no fornecimento, a falta de manutenção e à destruição de

infraestruturas existentes durante a guerra civil, essencialmente as de abastecimento de água, saneamento e energia em Angola

2.3.6. Os elevados preços da habitação em Angola

Segundo CAHF (2016) Angola tem o preço mais caro das habitações construídas e promovidas pelas entidades privadas em África. O preço é de cerca de 200.000 USD, para uma habitação de cerca de 95 m² nos promotores privados que têm os preços mais baixos, e referente a zonas de arredores da cidade de Luanda onde as infraestruturas existentes são fracas, não havendo garantia de fornecimento constante de água e energia e os arruamentos nem sempre estão pavimentados.

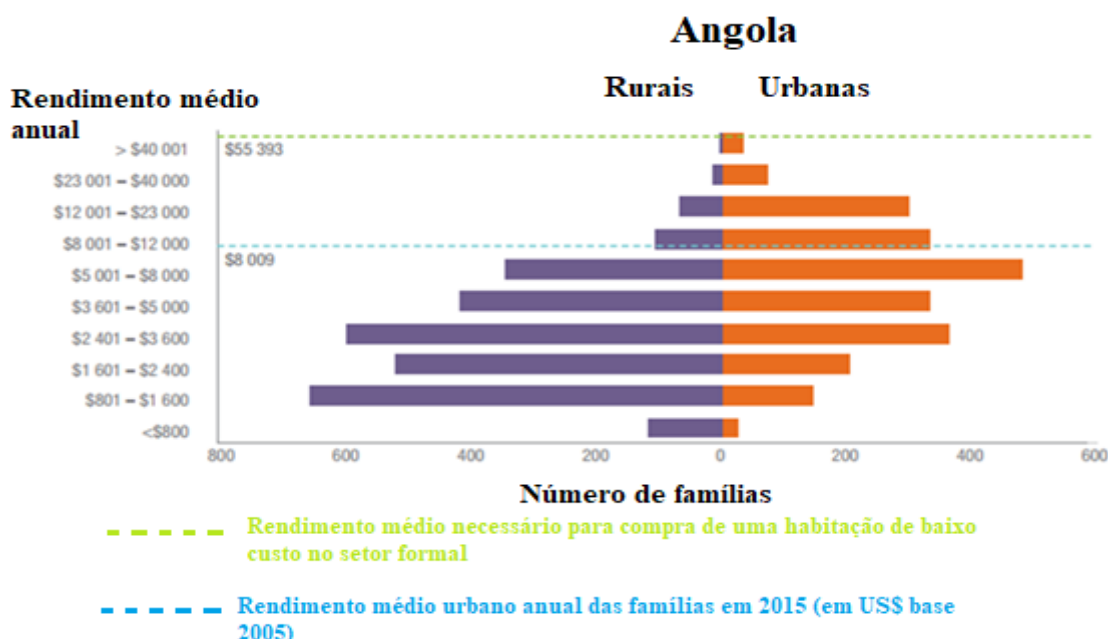


Figura 11 – Rendimentos da população em Angola (fonte CAHF, 2016)

Nestas condições segundo CAHF (2016) em função dos rendimentos existentes em Angola (figura 11) só cerca de 1,3% das famílias consegue ter capacidade de gerar rendimento para obter uma habitação condigna no mercado privado formal, sendo este um dos valores mais baixos de África, essencialmente por causa do alto preço da habitação que segundo esta organização é um dos mais elevados de África, sendo mesmo o mais elevado da organização dos países da SADC (Southern African Development Community - Comunidade de Desenvolvimento da África Austral).

Cain (2017a) diz que com o término da guerra civil e o aumento do preço das matérias primas, como o petróleo, Angola teve um forte aumento do rendimento que essencialmente favoreceu as classes mais altas o que levou a que houvesse um aumento exponencial da construção de habitação para as classes de maiores rendimentos, que originou o crescimento do sector privado até ao início do ano 2010, altura em que este

ficou saturado. No entanto as classes de menores rendimentos não tiveram benefício com este aumento.

2.3.7. Constrangimentos no desenvolvimento da habitação social

O acesso ao crédito para financiamento de habitação em Angola é difícil devido à dificuldade dos bancos em obterem garantias e facilidade na resolução dos problemas associados à falta de pagamento das prestações. A taxa de crédito é muitas vezes associada a uma moeda forte estrangeira (geralmente o dólar dos Estados Unidos da América – USA; USD), sendo que neste caso as taxas são mais baixas. Quando as taxas são em moeda local, o Kwanza, são muito mais elevadas, variando entre os cerca de 18% quando existem garantias e os 35% (microcrédito) quando não existem, (valores existentes até 2015). Sendo que no caso de não haver garantias o período de tempo do empréstimo é muitas vezes de 36 meses. Estes valores variam conforme os bancos, tendo a maior parte dos bancos valores superiores aos anteriormente apresentados (CAHF, 2016).

A figura 12, sintetiza os principais problemas da construção em Angola.

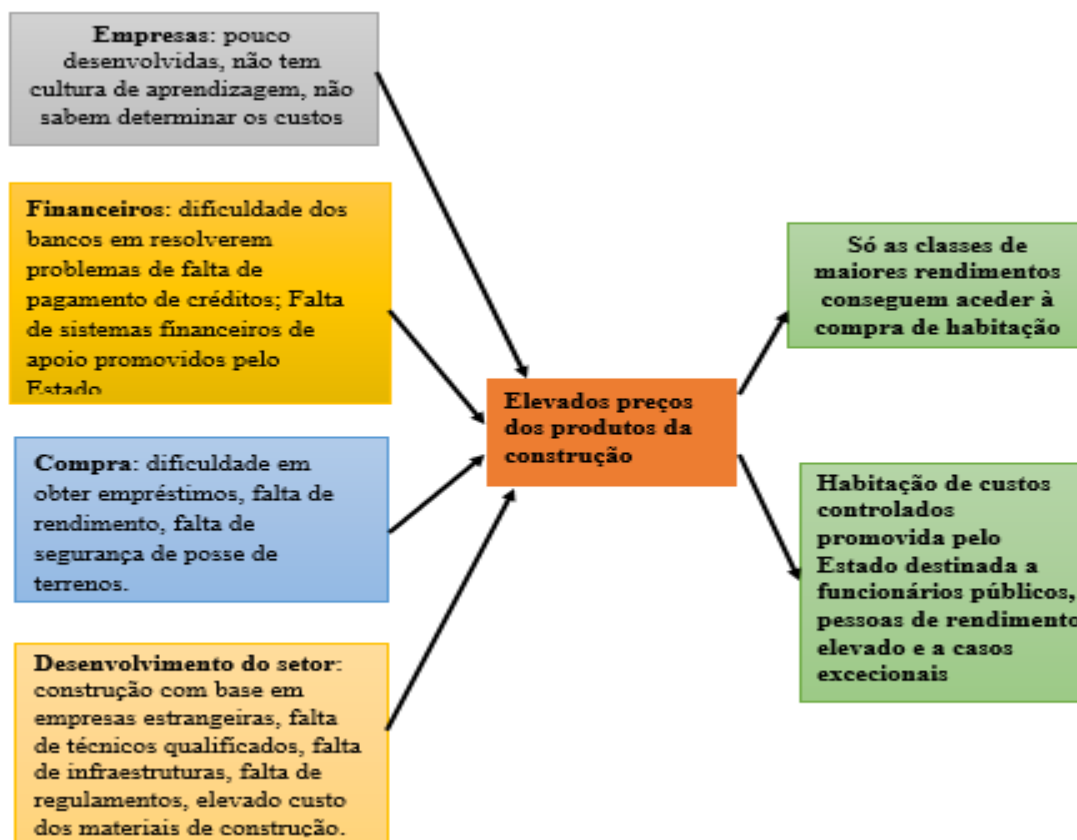


Figura 12 – Fatores que afetam a construção em Angola

Bredenoord & van Lindert (2010b) referem que a solução para o problema da habitação das classes mais baixas é a autoconstrução, devendo os governos criar condições para que esta exista e não criar obstáculos. Apresentando como os principais obstáculos ao desenvolvimento deste sistema a falta de segurança associada à posse do terreno que impede o investimento e o desenvolvimento das habitações e a falta de infraestruturas como, água potável, energia, saneamento, e equipamentos sociais como escolas, cuidados médicos e outros, que leva a que os moradores não se sintam seguros em fazer investimentos no local e estes locais sejam vistos como temporários e sem condições de serem melhorados.

Muitas vezes os governos constroem as casas de habitação social com objetivos eleitoralistas e esquecem a oferta de serviços sociais e de fornecimento de água, energia, saneamento e equipamentos como escolas, centros de saúde e de lazer. Outras vezes estes existem, mas não têm qualidade, contribuindo quer numa situação quer na outra para a falta de qualidade de vida das populações e com isso a falta de capacidade de desenvolvimento do local e das pessoas que vivem nele. Assim é preferível começar por oferecer equipamentos e serviços de qualidade em terrenos bem localizados como uma forma de promover a habitação social e permitir que as populações tenham assim condições de um desenvolvimento sustentável (Gilbert, 2014).

2.4. Conclusões

A habitação social é um problema de falta de rendimento de algumas famílias, sendo que nos PD este problema é maior devido às elevadas diferenças de rendimento e ao diminuto número de famílias que podem ter acesso à compra de uma habitação no mercado formal, devido aos elevados custos.

A construção de habitação social permite a criação de emprego num determinado local, no entanto, este emprego é muitas vezes criado para pessoas que não são do local e assim o impacto que a construção de habitação têm nas pessoas do local é muito diminuto, não contribuindo para o desenvolvimento dessas populações, conseguindo mesmo muitas vezes criar problemas a algumas por causa dos custos de utilização e de manutenção (Gilbert, 2014).

A solução do problema não está só no apoio à construção de habitações, mas também no fomento do setor da construção, aumento do emprego e rendimento das famílias, através do aproveitamento das potencialidades locais, em termos de recursos naturais e de potencialidades sociais ou culturais, com o desenvolvimento das mesmas através de planos onde se formulem estratégias para o aproveitamento destes recursos e desenvolvimento das potencialidades económicas e sociais associadas aos mesmos, sem esquecer a importância do ambiente e da biodiversidade existente. Também nas diversas

fases do projeto se deve ter em conta as possibilidades de utilizar soluções que usem mão-de-obra e materiais locais, ou dar formação e fomentar o fabrico dos materiais no local.

A tabela 1 apresenta um resumo da problemática da habitação social com possíveis soluções apresentadas por diversos autores.

Tabela 1 – Habitação social e construção

Habitação social e construção	
Características de uma habitação social adequada	<p>Permitir ter qualidade de vida, desenvolvimento pessoal e inserção na sociedade, rendimento familiar disponível para a habitação e custos associados, (Novais-Ferreira & Sampayo, 1971; Novais-Ferreira & Sampayo, 1972; Sampayo et. al, 1973; Correia, 1984; du Plessis et al., 2003; Byrne & Diamond, 2007 e Erbas & Nothaft, 2002 citados por Obeng-Odoom, 2009, Wekesa et al. 2010). A construção ser uma fonte de criação direta ou indireta de emprego, contribuir para o desenvolvimento económico e redução da pobreza, contribuindo para a economia de uma região ou país (Kibert et al., 2000; Forsberg & Malmborg, 2004; Libovich, 2005; du Plessis, 2007; Zuo & Zhao, 2014). A criação de emprego permite o desenvolvimento local, sendo este maior nas regiões onde o desenvolvimento for menor (Ofori 2007), as soluções com mão-de-obra intensiva com diferentes níveis de conhecimento permitem o desenvolvimento económico a e redução da pobreza (Claes et al. (2012). Ter fácil manutenção e serem baseadas no conhecimento local, dar formação sobre a utilização e manutenção, permitir reduzir os custos durante as diversas fases do ciclo de vida das construções, contribuir para desenvolver o capital humano local (LBJ, 2010). Contribuírem para o emprego local na fase de construção e na de utilização/manutenção, utilizando materiais e mão-de-obra local (Hillebrandt, 2011; Claes et al., 2012). O local deve permitir contribuir para a melhoria da qualidade de vida e de rendimento das populações, (Govender et al., 2011), caso contrário pode originar falta de rendimento disponível para os custos de funcionamento e manutenção e possível segregação de classes (Bredenoord & van Lindert, 2010b; Gilbert 2014). Sendo necessário o local ter equipamentos sociais adequados com serviços de qualidade (Gilbert 2014).</p>
Problema da habitação social	<p>O problema da falta de habitação para famílias de menores rendimentos está na falta de rendimento familiar disponível (Sampayo et al., 1973; du Plessis et al., 2013). Em Angola só 1,3% da população consegue comprar uma habitação construída no mercado formal (CAHF, 2016). A capacidade de fornecimento e aquisição de habitação está assim muito relacionada com a capacidade industrial de um determinado país ou região, (Nevitt, 1967, citado por Novais-Ferreira & Sampayo, 1971; Marcuse, 1990 citado por Phago 2010; Tapie et al, 2000). O fraco desenvolvimento em tecnologias construtivas existente nos países em desenvolvimento, está na origem dos altos custos da construção e de necessidades não satisfeitas, (Ofori, 1994), com as tecnologias importadas a aumentarem os custos de construção (Ilesanmi, 2010). Por sua vez as deslocações para os grandes centros e o aumento demográfico originam maiores dificuldades no suprimento de habitações, na criação de infraestruturas adequadas e problemas sociais e ambientais (Sampayo et al., 1973; Ofori, 1998; Wells, 1999; Gibberd, 2005; du Plessis, 2007; Ofori, 2007)</p>

3. Sustentabilidade na construção

O objetivo deste capítulo é o de fazer uma revisão bibliográfica sobre o tema da sustentabilidade na construção em termos gerais, nos PD e nos modelos de avaliação da sustentabilidade na construção, com a sua estrutura apresentada na figura 13.

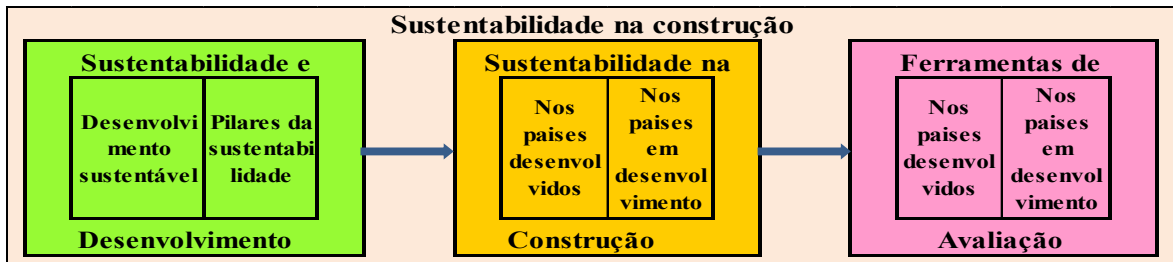


Figura 13 – Desenvolvimento do terceiro capítulo

3.1. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável

A qualidade de vida da população humana depende da existência de recursos naturais renováveis ou não. Estes recursos existentes no planeta Terra são limitados à capacidade que esta tem de os fornecer e à capacidade que a humanidade têm de os explorar de uma forma que estes não se esgotem. No entanto, a população mundial está continuamente a aumentar precisando cada vez de mais recursos para satisfazer as suas necessidades. Este aumento da população e aumento na exploração dos recursos origina maiores impactos nos biosistemas naturais que são fornecedores de recursos e que contribuem para a qualidade de vida. Este problema da diminuição da qualidade ambiental e dos recursos existentes na Terra levou a que se fizessem reflexões sobre o tema da sustentabilidade, ou seja de a possibilidade da Terra continuar a fornecer recursos para as gerações futuras. Embora o tema já seja conhecido há muitos anos, só a partir da última parte do século XX é que a humanidade se começou a preocupar com a possibilidade de continuar a haver desenvolvimento económico e social e qualidade de vida no futuro, sendo que para que exista qualidade de vida é necessário que exista qualidade ambiental. Surgindo assim novas ideias e filosofias sobre como se deve dar o desenvolvimento económico, considerando que este é sustentável se a exploração dos recursos e a transformação destes se faça de um modo eficiente, para que as gerações futuras também tenham acesso a eles e que esta exploração e transformação não coloque em causa o ambiente. A ideia base que tem servido para estes desenvolvimentos é a que surgiu o Relatório Brundtland, apresentado pela World Commission on Environment and Development (WCED, 1987), que define desenvolvimento sustentável “como

aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras”. Estas reflexões sobre o tema originam um novo tipo de ciência que tem como objetivo promover um desenvolvimento mais sustentado em todos os sectores de atividade da humanidade, desenvolvendo-se conceitos de preservação dos recursos naturais para que exista qualidade de vida nas gerações futuras. Em função deles surgem estratégias para; obtenção de progresso social através do reconhecimento das necessidades de cada ser humano, proteger adequadamente o ambiente (porque a proteção do homem depende da proteção deste), usar os recursos naturais de uma forma prudente, promover o desenvolvimento económico e social com o aumento do acesso a um trabalho condigno como forma de promover o emprego diminuição da pobreza e existir maior equidade e justiça social (WCED, 1987; Bentivegna et al., 2002; du Plessis et al., 2002; Gibberd, 2003; Beradi, 2015).

As preocupações iniciais diziam respeito aos aspetos ambientais (ecológicos), mas com a declaração de Brundtland (1987) e as cimeiras posteriores como a do Rio (1992), onde foi formulada a Agenda 21, que deu orientações para um desenvolvimento sustentável, a importância da preservação dos recursos e do desenvolvimento, essencialmente dos países menos desenvolvidos, levou a que surgisse a necessidade de olhar também para os aspetos económicos e sociais, levando a que todas as categorias do pensamento e da ciência se interessassem pelo tema da sustentabilidade, nomeadamente em termos dos impactes que os projetos têm em termos ambientais, económicos e sociais (Ameen et al., 2015).

No entanto os aspetos ambientais são fundamentais, porque é este recurso, a que Collados & Duane (1999) referem como capital natural (a que simplificadamente podemos considerar como a natureza), que cria as condições para a existência de qualidade de vida, que só existirá se a natureza tiver capacidade de se autorregenerar, exigindo assim que as atividades humanas que impactam na natureza permitam que esta se possa recompor.

O desenvolvimento sustentável, segundo Kates et al. (2005) e Hugé et al. (2013) tem de estar suportado num movimento social, baseado em entidades individuais e coletivas, que tem por objetivo mudar algumas formas de pensar e de agir de modo a diminuir os impactos ambientais e sociais negativos associados ao desenvolvimento, ou seja o desenvolvimento sustentável depende da conduta humana, que deve adotar uma conduta ética que tenha em conta os aspetos ambientais, económicos e sociais (Bentivegna et al., 2002).

Assim a sustentabilidade, segundo os autores anteriores, é um processo contínuo que depende da conduta humana (Figura 14 da página seguinte).

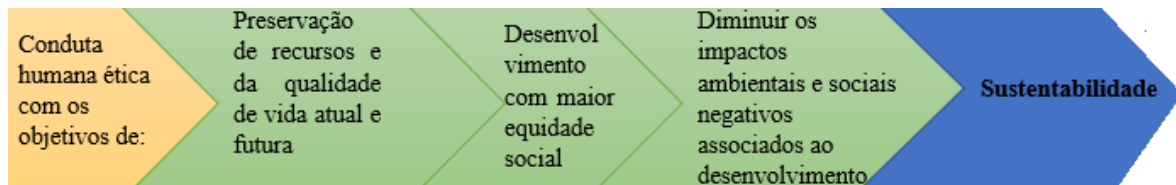


Figura 14 – Processo de desenvolvimento sustentável

O desenvolvimento sustentável depende das tecnologias que utilizam na promoção do desenvolvimento económico e social necessitando que haja um forte relacionamento entre o homem, com as suas necessidades para a seu bem-estar, na relação com a envolvente nos aspetos ambientais, económicos e sociais, (Du Plessis, 2007), sendo necessário que se adotem tecnologias que não usem tão intensivamente os recursos, diminuam a poluição, que favoreçam a equidade social e tenham em conta os aspetos económicos e sociais, (Mihelci et al, 2008). O aumento da sustentabilidade passa pela utilização de tecnologias com menores consumos de menores recursos, pelo melhor conhecimento da interação entre o homem e o ambiente e das potencialidades deste (Gibberd, 2003).

As etapas e as tecnologias adequadas para o desenvolvimento sustentável vão variar de país para país em virtude de nem todos terem o mesmo nível de desenvolvimento (Gibberd, 2003).

3.2. Os pilares da sustentabilidade

A sustentabilidade tem três componentes fundamentais que são a componente ambiental, a componente económica e a social (Barbier, 1987, citado por Du Plessis, 2007). Os fundamentos de cada uma destas componentes, segundo o anteprojecto da ISO 21929, (citados Häkkinen & Belloni 2011), estão relacionados no que se refere ao aspeto ambiental com o consumo exagerado dos recursos e os impactes que estes consumos provocam no meio ambiente, provocando a deterioração dos ecossistemas naturais existentes e as alterações climáticas que estão a surgir. No aspeto económico com a produtividade e o valor económico. No aspeto social com a saúde, satisfação, equidade e os valores culturais dos povos.

Estes três aspetos principais da sustentabilidade, também conhecidos como pilares da sustentabilidade, o pilar ambiental, económico e social, são o fundamento para o desenvolvimento das teorias e princípios do desenvolvimento sustentável. A estes, diversos autores juntam mais outros, mas estes são a base mais importante. Assim o **aspeto/pilar ambiental** diz respeito à manutenção de equilíbrio entre as necessidades de consumo dos recursos que o homem necessita, de modo a permitir que o desenvolvimento continue e a necessidade de proteger o ambiente natural que fornece a maior parte destes recursos, que faz a reciclagem de resíduos, regula a humidade e a

temperatura local e da Terra, sendo assim necessário respeitar os limites da capacidade ambiental e proporcionando às gerações futuras o acesso a estes mesmos recursos. A tecnologia e os modelos de organização social são os principais fatores que criam limitações em termos ambientais (du Plessis et al., 2002; Gibberd, 2003).

Quanto ao **pilar económico** há a necessidade de utilizar tecnologias que consigam satisfazer as necessidades humanas, sem danificar o ambiente, sem comprometer a existência de recursos para as gerações futuras e que contribuam para a diminuição das desigualdades sociais (Trainer, 2001; Gibberd, 2005). Isto porque o modelo de desenvolvimento económico atual é o que está na origem de alguns aspetos da falta de capacidade da Terra suportar o consumo de recursos atuais. A componente económica da sustentabilidade está relacionada, entre outros fatores como a promoção do emprego e desenvolvimento das pequenas empresas de modo a promover o desenvolvimento local e com a proteção do conhecimento e tecnologias locais (Gibberd, 2003).

O **pilar social** da sustentabilidade diz respeito a que as populações tenham possibilidade de ter um desenvolvimento justo, tendo em contas os aspetos culturais que permitam a sua proteção incluindo os históricos usos e costumes, que lhe sejam proporcionadas oportunidades através da criação de empregos com base em negócios alicerçados em princípios éticos, que permitam uma qualidade de vida aceitável e que este desenvolvimento possa ter continuidade futura, de modo a beneficiar as gerações atuais e as futuras. Devendo os projetos que promovam o desenvolvimento contribuir para a melhoria das condições de vida de todos aqueles que vão ser influenciados pelos projetos (Kohler, 1999; du Plessis et al., 2002; Diaz-Sarachaga et al., 2016).

Como as necessidades humanas não estão satisfeitas de igual modo nas diversas regiões do planeta Terra, há que fazer uma diferenciação entre as necessidades de desenvolvimento sustentável em função das regiões.

Gibberd (2005) apresenta os objetivos da sustentabilidade, essencialmente dirigidos aos PD, referindo que estes estão relacionados com o acesso uma habitação adequada, à posse do solo, aos serviços públicos em termos de equipamentos sociais adequados, ao apoio financeiro se for necessário, às tecnologias de informação e comunicação, a uma educação adequada ao desenvolvimento pessoal sustentável. Também refere ao acesso à saúde e segurança adequados de modo a que se respeitem os direitos humanos e à participação nos processos e decisões que interfiram com as populações. Estes objetivos têm como meta a criação de sociedades em que os recursos sejam distribuídos mais equitativamente e de tal modo que perdurem para as gerações futuras.

Na página seguinte a tabela 2 apresenta um resumo dos três principais pilares da sustentabilidade separando-os em termos de países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Tabela 2 - Características dos pilares da sustentabilidade nos PD

	Ambientais	Económicos	Sociais
Objetivos desenvolvimento sustentável	O consumo dos recursos renováveis não deve ultrapassar a capacidade de renovação destes, a geração de resíduos não deve ser superior à capacidade ambiental de regeneração dos mesmos. (Bentivegna et al., 2002). Proteção dos recursos naturais e dos ecossistemas existentes (Kohler, 1999). Proteção ambiental com a manutenção da biodiversidade (Berardi, 2015). Reciclagem e reutilização (Zuo & Zhao, 2014).	Consumo dos recursos não renováveis deve ser substituído por recursos renováveis, (Bentivegna et al., 2002). Crescimento económico com criação de emprego e diminuição da pobreza (Berardi, 2015). Desenvolvimento autossuficiente das famílias e das localidades onde estas se situam (Trainer, 2001). Produtos com menores impactos ambientais (Hill & Bowen, 1997).	O homem deve adotar uma conduta ética que tenha em conta os aspetos ambientais, económicos e sociais, (Bentivegna et al., 2002). Melhoria das condições de vida do ser humano, com maior equidade e justiça social (Berardi, 2015). Negócios alicerçados em princípios éticos (du Plessis et al., 2002). Proteção dos recursos culturais e históricos e dos usos e costumes (Kohler, 1999).
Objetivos do desenvolvimento sustentável nos países em vias de desenvolvimento	Fazer uma gestão eficiente dos recursos de modo a que a extração e consumo dos mesmos não afete os sistemas naturais, mantendo ou aumentando a biodiversidade, permitindo o acesso aos recursos e qualidade de vida às gerações futuras, (Gibberd, 2005). Respeitar os limites da capacidade ambiental e proporcionando às gerações futuras o acesso a estes mesmos recursos (du Plessis et al., 2002; Gibberd, 2003).	Desenvolvimento da economia local (Gibberd, 2003). Criação de emprego através de pequenas empresas e do autoemprego local, uso dos recursos com base nas tecnologias locais e no desenvolvimento de novas que consumam menos recursos, no planeamento transparente que promova a anulação das desigualdades (Gibberd, 2005).	Melhorar a qualidade de vida e diminuir a pobreza (Hill & Bowen, 1997). Negócios alicerçados em princípios éticos (Du Plessis et al., 2002). Desenvolvimento justo das populações, tendo em conta os aspetos culturais, ter uma qualidade de vida aceitável, com desenvolvimento atual e futuro que influencie as gerações atuais e as futuras, (du Plessis et al., 2002). Acesso adequado a; habitação, equipamentos, educação, saúde, segurança informação e comunicação, (Gibberd, 2005)

O aumento da sustentabilidade passa, de um modo geral, pela introdução de novas tecnologias, ou aperfeiçoamento de tecnologias existentes, consumidoras de menores recursos, pelo melhor conhecimento da interação entre o homem e o ambiente e das potencialidades deste. É um caminho que tem de ser percorrido pelo homem, onde devem estar definidas etapas com diversos objetivos até se atingir a sustentabilidade. Estas etapas não serão iguais para todos os países em virtude de nem todos terem o mesmo nível de desenvolvimento (Gibberd, 2003).

3.3. Sustentabilidade na construção

3.3.1. A necessidade de a construção ser sustentável

A construção fornece abrigo ao homem e é um dos fatores de desenvolvimento da humanidade sendo por essa razão extremamente importante para o futuro de qualquer

povo (Hodgson em du Plessis et al. 2002), sendo também um meio de promover o desenvolvimento e melhorar a qualidade de vida de um povo, (du Plessis et al, 2002), porque está na origem dos assentamentos humanos, urbanos e rurais, que vão necessitar de infraestruturas e de outros fatores de produção, que numa etapa inicial vão ser implementados e fornecidos por esta, a sua utilização futura está condicionada por esta etapa inicial. Mas também está na causa da maior parte dos impactos que o homem causa no ambiente, através da construção destes assentamentos humanos e da construção de uma série de atividades económicas que estão relacionadas com eles. Por isso a construção precisa de dar o seu contributo no caminho para a sustentabilidade.

Como a sustentabilidade depende do esforço de todos, muitos setores de atividade começaram a preocupar-se com o tema, surgindo orientações sectoriais. O setor da construção como um dos mais importantes sectores económicos de qualquer país e tendo um grande impacto na sustentabilidade por ser um grande consumidor de recursos naturais, criou algumas orientações para o desenvolvimento sustentável do sector. Assim com base no International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), foram promovidas diversas conferências, como a Tampa na Florida em 1994, na qual foi proposto que a construção para ser sustentável não deveria contribuir para a degradação ambiental, tendo surgido depois orientações como a Agenda 21 para a Construção Sustentável (Agenda 21 SC) e, devido à especificidade dos PD foi criada pelo CIB-UNEP a Agenda 21 para a Construção Sustentável nos Países em Desenvolvimento (Agenda 21 SCDC), que fornece orientações para o sector da construção (du Plessis et al 2002).

Na figura 15 apresenta-se os pilares da sustentabilidade nos PD.

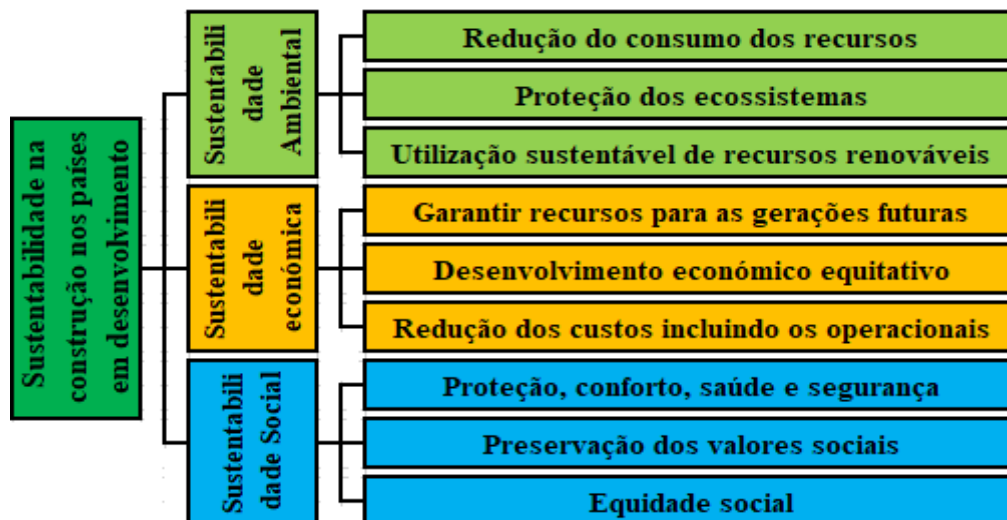


Figura 15 – Pilares da construção sustentável nos PD (baseado em Kholer, 1999; e outros)

Kohler (1999) diz que existe a necessidade de ver as coisas de outra maneira sendo fundamental repensar a maneira como se olham e desenvolvem as soluções construtivas, adotando soluções mais simples e menos consumidoras de recursos em vez de soluções complicadas e muito consumidoras de recursos, nos PD deve-se dar prioridade à salvaguarda das tradições culturais e artesanais procurando desenvolver este conhecimento ao mesmo tempo que se divulgam as tecnologias e conhecimentos modernos. Bon & Hutchinson (2000) referem que as soluções construtivas que são propostas são baseadas numa visão de curto ou médio prazo, que utilizam equipamentos eletromecânicos, que passado algum tempo têm necessidade de serem substituídos por outros, quer originam consumo de recursos e impactos, mas que a sustentabilidade exige um pensamento a longo prazo.

A construção sustentável começa nas fases iniciais do processo, ou seja, na fase da determinação das necessidades e do planeamento e deve prolongar-se pelas fases a seguir à construção, nomeadamente a fase de utilização e de reabilitação ou demolição, adotando os princípios da redução, da reutilização e da reciclagem do consumo dos recursos em termos de recursos naturais e na ocupação do solo, não contribuindo para a diminuição da biodiversidade, dando preferência a recursos renováveis em vez dos não renováveis e a soluções que consumam menos recursos durante todo o ciclo de vida, optando por soluções passivas ou energeticamente autosuficientes (Hill & Bowen, 1997; Ding, 2008; Laustsen, 2008).

3.3.2. Princípios da construção sustentável

Os princípios base, seis, que os edifícios sustentáveis devem ter foram definidos inicialmente por Kibert em 1994, (sendo eles; “*reduzir o consumo dos recursos, reutilizar os recursos, usar recursos recicláveis, proteger a natureza, eliminar produtos tóxicos e, basear-se na análise do custo do ciclo de vida*” (Kibert, 2008, p6) têm sido desenvolvidos e diversos autores têm apresentado algumas variações aos mesmos, sendo o caso de Ross et al. (2010) que apresentam os princípios da construção sustentável definidos por Drager (1996) referindo que no caso da habitação social todos estes princípios se devem utilizar, para que esta possa contribuir para o desenvolvimento sustentável da construção e das comunidades onde esta se insere, devendo a construção de habitação contribuir para a proteção da terra e dos recursos naturais e diminuir os impactos associados à construção quer estes sejam em termos do que esta provoca nas pessoas ou no ambiente. Estes princípios são diminuir o consumo dos recursos, maximizar o uso dos recursos, usar recursos renováveis e recicláveis, proteger o ambiente natural, criar ambientes saudáveis, contribuir para a qualidade do ambiente construído e promover o desenvolvimento socioeconómico sustentável (Ross et al., 2010; Roufechaei et al.,2014):

- **Diminuir o consumo dos recursos** – naturais (renováveis ou não), através da redução do consumo dos materiais utilizados na construção, utilização, reabilitação, demolição e reciclagem com a finalidade de diminuir os impactos ambientais associados à extração e consumo dos recursos, especialmente o consumo de água, de energia e, de ocupação da terra. Pode ser feita através da otimização do desenho, da redução dos desperdícios, da reutilização e da reciclagem. O consumo de água pode ser diminuído através da utilização de equipamentos mais eficientes, da reutilização da captação e utilização da água da chuva (essencialmente para fins não potáveis), do tratamento e reutilização de águas cinzas (idem), da utilização de plantas que exijam menores consumos. Na energia a utilização de soluções bioclimáticas passivas confortáveis sem recorrer ao condicionamento artificial eletromecânico, o aproveitamento da luz solar e a utilização de equipamentos de iluminação, condicionamento do ar e ventilação e outros equipamentos domésticos de baixo consumo e, a utilização de materiais que tenham baixa energia incorporada são fatores preponderantes para o cumprimento deste requisito. No que diz respeito à ocupação da terra pelas construções deve-se dar prioridade a espaços anteriormente ocupados ou que sejam adequados à construção, mas que não ocupem terrenos agrícolas ou destinados a outros fins de exploração de recursos;
- **Maximizar a utilização dos recursos** – com a utilização deste princípio procura-se fazer a reutilização dos recursos, nomeadamente, com o uso dos mesmos para as mesmas ou diversas finalidades, como os materiais de construção que podem ser reutilizados ou o reaproveitamento de edifícios e outras construções que podem ser remodeladas;
- **Utilizar recursos renováveis e recicláveis** – a utilização das energias renováveis que podem ser utilizadas para a produção de energia elétrica, através do sol, do vento, da biomassa (de fontes renováveis) e da energia hídrica. Também para a utilização destas fontes de energias em sistemas de aquecimento, de arrefecimento, confeção de alimentos, tratamento de água, tratamento de esgotos e na produção artesanal ou de pequena indústria. A utilização de materiais recicláveis na construção dos edifícios, na promoção da reutilização de materiais de consumo associados a embalagens, na separação e reciclagem de resíduos;
- **Proteção do ambiente natural** – diminuir os possíveis impactos que a construção vai originar, nomeadamente, através da utilização de locais degradados na construção e melhoria dos mesmos, de sistemas de tratamento de águas residuais que evitem a degradação dos recursos aquícolas e dos solos, de soluções que protejam os ecossistemas naturais existentes, de soluções que evitem a erosão e os problemas associados à drenagem dos solos por causa das impermeabilizações dos mesmos, na formação e promoção de políticas ambientais;

- **Criar ambientes saudáveis** – promover o bem-estar dos seus utilizadores com condições adequadas de conforto térmico, ventilação, não utilização de materiais que possam colocar em causa a saúde dos seus utilizadores, com o bem-estar psicológico através da criação de ambientes agradáveis interiores e exteriores com locais de recreio e convívio onde também se possa fazer desporto e promover atividades que permitam contribuir para a satisfação de necessidades alimentares daqueles que tenham menores recursos;
- **Contribuir para a qualidade do ambiente construído** - promover a construção em locais que tenham acesso a fontes de emprego, que tenham infraestruturas de equipamentos sociais que permitam ter qualidade de vida, como as escolas, hospitais, comércio, parques e transportes públicos. Construir locais compactos que permitam a circulação a pé ou com meios de locomoção pouco poluentes, criando condições adequadas para esta circulação, nomeadamente através de passeios que protejam das intempéries do clima, zonas de circulação de bicicletas protegidas dos veículos motores. Ter construções que se adaptem a diversos fins, incluindo a possibilidade de as mesmas serem evolutivas e permitirem pequenas atividades comerciais ou industriais artesanais. Criar condições para que não existam pragas ou animais (insetos) que são vetores de doenças infecto contagiosas através da inclusão nas habitações e/ou na envolvente de meios que façam afastar ou controlar a entrada das mesmas. Ter construções arquitetónicas agradáveis e confortáveis, assim como as mesmas serem duráveis e adequadas aos seus utentes. Construir em locais adequados que tenham amenidades que fomentem a qualidade de vida;
- **Promover a sustentabilidade socioeconómica** – a construção deve contribuir para o desenvolvimento socioeconómico do local através da criação de oportunidades de emprego, permitindo contribuir para a diminuição da pobreza, através do planeamento da construção e do aproveitamento dos recursos locais com a criação de espaços para a agricultura urbana. Fazer o aproveitamento de amenidades existentes que tenham carácter de atração que podem funcionar como atração turísticas e de recursos naturais que possam contribuir para o desenvolvimento de atividades relacionadas com a atividade agrícola ou atividades artesanais relacionadas com estes recursos. Deve promover; a formação com base no uso sustentável dos recursos naturais e na manutenção de culturas tradicionais que possam ser fatores diferenciadores e criadores de desenvolvimento sustentável, a participação da comunidade em todas as etapas e envolver a comunidade na tomada de decisão de modo a que esta se sinta parte integrante do sistema e a coesão da comunidade com a integração dos seus elementos e a coesão social as com a criação de um senso comum. Criar condições de financiamento da construção e das possíveis atividades económicas que o local possa ter, através da criação de fundos

de crédito à habitação e de microcrédito, de subsídios ou outros meios de financiamento para as pessoas mais carentes. Também deve promover custos adequados em função das potencialidades económicas das famílias para o fornecimento de serviços, como a água, energia e outros. A aceitação dos utilizadores e a integração deste no meio é importante para que um projeto de construção de habitação social crie condições adequadas de desenvolvimento pessoal e local e que assim possa contribuir para o desenvolvimento sustentável.

A figura 16 apresenta um resumo das características da construção sustentável com base nestes autores.

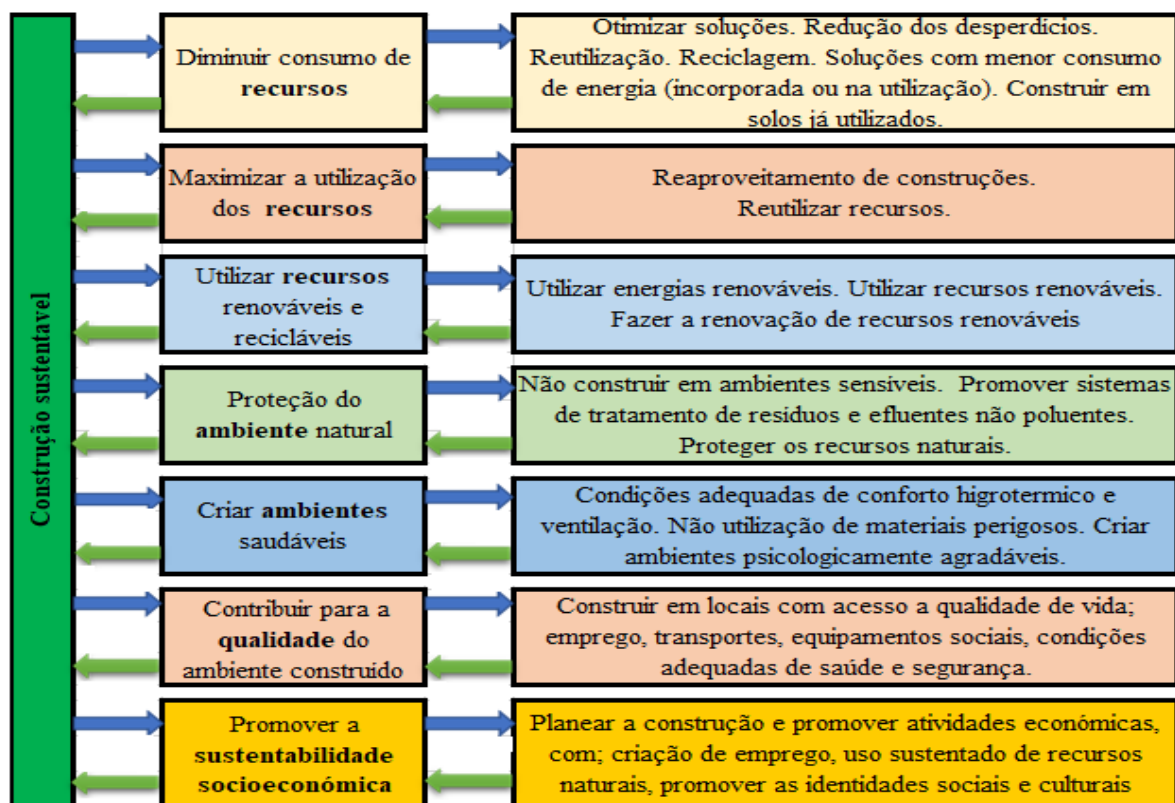


Figura 16 – Princípios da construção sustentável (Ross et al., 2010; Roufechaei et al., 2014)

Para que estes princípios se materializem e a construção contribua para o desenvolvimento sustentável há a necessidade dos governos criarem condições para o apoio do ensino de técnicas e soluções que permitam melhorar os consumos de energia, da criação de bases de dados que sejam fornecidas aos projetistas de modo a que estes permitam ter conhecimento das soluções mais sustentáveis e a criação de incentivos fiscais ou outros que permitam que as soluções mais sustentáveis sejam utilizadas (Roufechaei et al., 2014).

3.3.3. Sustentabilidade na construção e alterações climáticas

É reconhecido que o ambiente construído, com especial referência aos maiores aglomerados populacionais, são um dos principais contributos para o aumento da temperatura global, essencialmente através do consumo de recursos, mas também com as emissões que produzem. Os edifícios têm geralmente um prazo de vida útil grande, pelo que o consumo de recursos associados aos mesmos se irá manter durante este prazo de vida (Roux et al., 2016).

As emissões poluentes, das quais os edifícios são um dos principais responsáveis, têm contribuído para as alterações climáticas, por sua vez estas têm originado aumentos da temperatura e do nível dos oceanos, assim como tempestades e outros acontecimentos naturais. Mesmo que se consiga controlar ou diminuir as emissões poluentes os efeitos delas continuarão durante muito tempo pelo efeito da inércia dos sistemas climáticos (Kwok & Rajkovich, 2010).

As alterações climáticas têm originado vagas de calor, estas têm cada vez maiores temperaturas e aumentado um pouco por todo o mundo. Estas vagas podem originar problemas de saúde e possível morte se as pessoas não estiverem adaptadas a estes aumentos de temperatura, podendo também os edifícios e os espaços públicos contribuírem para os problemas de saúde se não estiverem preparados para estes aumentos de temperatura (Méndez-Lázaro et al., 2016).

Os edifícios precisam de contribuir para a diminuição dos efeitos das alterações climáticas reduzindo a emissão de gases de efeito de estufa e estando preparados para os possíveis efeitos delas. A redução das emissões consegue-se através da diminuição dos consumos de energia durante a vida útil dos edifícios, com a utilização de soluções bioclimáticas, ou através da utilização de fontes renováveis. Por outro lado, os edifícios devem estar preparados para os possíveis aumentos de temperatura, aumento da intensidade das tempestades, aumento do nível das águas do mar e outros que localmente possam vir a existir (Kwok & Rajkovich, 2010; Roux et al., 2016).

As construções também podem contribuir para a diminuição dos efeitos das alterações climáticas através da utilização de recursos naturais que tenham um período mais curto de renovação e assim captar maiores quantidades de dióxido de carbono ou na mesma área de terreno poder produzir maiores quantidades de materiais renováveis (Yiping et al., 2010).

A construção sustentável procura diminuir os consumos e impactes associados, sendo por essa razão um contributo para a diminuição das causas associadas às alterações climáticas. Para além disso as construções sustentáveis devem estar preparadas para os

possíveis efeitos das alterações climáticas, nomeadamente, para os eventos da natureza e os possíveis aumentos da temperatura (du Plessis et al., 2003).

3.4. Sustentabilidade na construção nos países em desenvolvimento

3.4.1. Necessidade de uma abordagem diferente

O processo de construção varia em função das características e dos recursos existentes nessa região, devendo o produto da construção adaptar-se e ser adequado às necessidades em termos dos recursos existentes, das técnicas de construção, das condições climáticas e dos constrangimentos (Brousseau & Rallet, 1995; Thomas, 2002).

A construção de habitação nos PD precisa de modelos que sejam adequados às condições locais, que tenham baixo custo, que possam contribuir para a diminuição dos impactos ambientais associados à construção, que ajudem na conceção de edifícios que estejam preparados para as possíveis alterações originadas pelas mudanças climáticas e que não contribuam para o aumento destas e assim ajudarem no desenvolvimento sustentável (UN-HABITAT, 2011).

Há assim a necessidade de os PD terem as suas próprias tecnologias e de desenvolverem os seus modelos de análise da sustentabilidade de modo a poderem desenvolver de uma forma mais sustentável o sector da construção. Necessitam de tecnologias que sejam adaptadas às suas necessidades, baseadas nos recursos de que dispõe, que respeitem o ambiente e as necessidades económicas existentes no local, porque se destinam maioritariamente a pessoas de fracos recursos que têm pouca capacidade monetária, sendo mais adequadas as tecnologias locais e não as tecnologias adaptadas diretamente dos países industrializados (du Plessis et al 2002).

A Agenda 21 recomenda a utilização de técnicas e materiais locais, com a supervisão governamental (Bunz et al, 2006), devendo a tecnologia ser escolhida de acordo com estratégias de desenvolvimento escolhidas pelo governo tendo em conta os interesses do país (Hillebrandt, 2011).

Em virtude destas diferenças e dificuldades, surge a criação da Agenda 21 SCDC, que tem uma abordagem diferenciada em relação à Agenda 21, porque os problemas existentes nos PD não são os mesmos dos países desenvolvidos (Ofori, 1998; du Plessis et al, 2002; Ross et al, 2010). Estas diferenças manifestam-se em termos tecnológicos, em termos de capacidade do sector de construção e culturais (du Plessis et al, 2002). Para alguns autores estes países têm duas hipóteses de desenvolvimento, ou seguem o modelo de desenvolvimento adotado pelos países desenvolvidos (e que foi posto em causa pela insustentabilidade do mesmo), ou procuram um modelo próprio de

desenvolvimento que seja mais sustentável e que evite os erros que os países desenvolvidos fizeram (du Plessis et al 2002), com modelos adequados a cada país (Gibberd, 2003).

Os PD precisam de conhecimento e tecnologias que utilizem e se adaptem aos seus recursos naturais, precisando fazer uma reavaliação das tecnologias existentes para se adequarem às necessidades e à capacidade dos seus recursos (du Plessis et al 2002).

Muitos países criaram organizações para desenvolver o tema da construção sustentável e modelos de análise da sustentabilidade, algumas com base em orientações estatais e outras com base em organizações profissionais, investigadores e estabelecimento de ensino. Alguns PD também criaram estas organizações e desenvolveram modelos que pretendem contribuir para a sustentabilidade na construção, através de construções mais ecológicas (Gobbi et al., 2016). A figura 17 apresenta um mapa-múndi onde se apresentam alguns destes países.

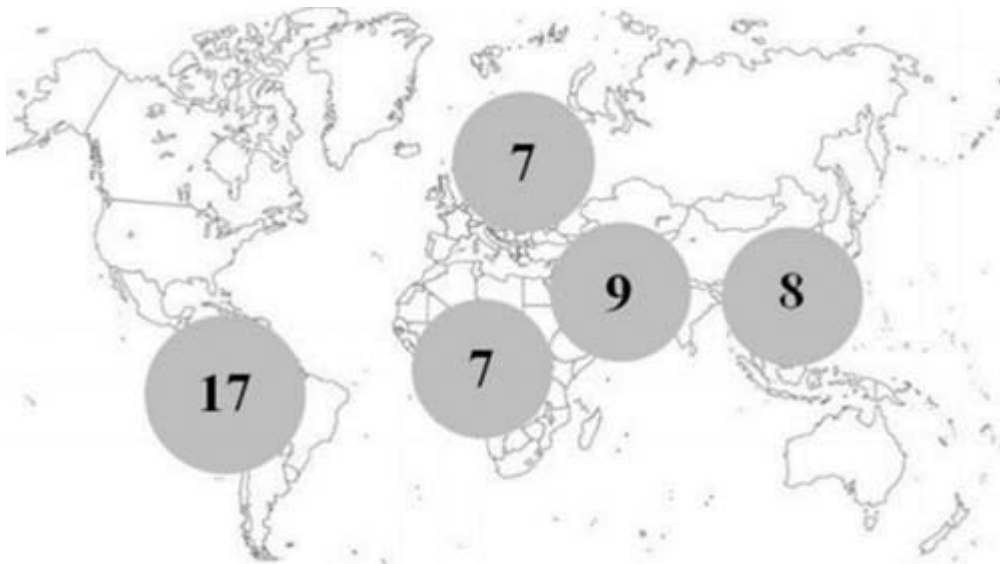


Figura 17 – Países com entidades que promovem a construção ecológica (fonte, Gobbi et al., 2016)

3.4.2. Tecnologias construtivas sustentáveis nos PD

Em termos de construção a tecnologia diz respeito aos processos de conceção, construção, utilização, reabilitação e demolição de construções em que estas usam materiais, equipamentos, mão-de-obra e modelos organizativos com base em informação (Ofori, 1994). Não se trata de um processo meramente económico, mas também necessita do estudo e conhecimento dos aspetos sociológicos e culturais de uma dada região e das relações entre eles (Imbert, 1990).

O fraco desenvolvimento em tecnologias construtivas existente nos PD, está na origem dos altos custos da construção e de necessidades não satisfeitas (Ofori, 1994). Muitas das tecnologias importadas e utilizadas nos PD, não são adequadas em virtude de serem baseadas na utilização de capital intensivo, em vez de mão-de-obra, consumirem muita energia e até ambientalmente inadequadas (Ofori, 1994). As tecnologias importadas e baseadas no modelo de desenvolvimento ocidental, podem ser um obstáculo à criação de habitações adequadas de baixo custo, pelo uso de materiais não locais e de técnicas pouco conhecidas localmente, que aumentam os custos de construção (Ilesanmi, 2010).

A escolha de tecnologias deve ter em atenção os aspetos económicos e sociais do local onde a mesma vai ser aplicada (Ofori, 1994). A escolha das soluções construtivas e das respetivas tecnologias associadas deve depender de fatores económicos, sociais e ambientais, ou seja, da sustentabilidade das mesmas. As tecnologias mais sustentáveis são aquelas que são usadas pelos povos indígenas que utilizam essencialmente os recursos naturais existentes ao redor de onde habitam. No entanto este tipo de construção muitas vezes não está adaptado às necessidades do homem, precisando por isso ser melhorado. Estas tecnologias utilizadas nas construções chamadas vernaculares, têm fraca qualidade construtiva em virtude; de as mesmas serem feitas sem a intervenção de técnicos adequados, de não haver desenvolvimento tecnológico, da falta de divulgação do conhecimento adequado e, da vontade dos profissionais em desenvolverem estas tecnologias (Zami, 2010).

Tecnologia apropriada é aquela que as pessoas estão habituadas a usar, que lhes fornece condições para poder ter saúde e que usam materiais aos quais estão habituados a recorrer (Leary, 2011). Neste sentido deve ser analisada a possibilidade da utilização e desenvolvimento do conhecimento tradicional porque pode ajudar a resolver alguns dos problemas ambientais, sociais e económicos (Martin et al, 2010).

A UN-HABITAT (2011) diz que as tecnologias tradicionais utilizadas pelas populações de um dado local, que servem, ou serviram, as necessidades de conforto, durabilidade e segurança destas populações, devem ser integradas nas soluções construtivas atuais para que estas diminuam o consumo de energia e assim se aumente o desempenho das habitações. Neste mesmo sentido se pronuncia Vellinga, (2013) que afirma que as construções vernaculares por usarem materiais e tecnologias locais, que se adaptaram através dos tempos a fornecer condições de conforto numa época em que não havia muitos equipamentos e abundancia de fontes de energia para criar estas condições, podem ser a fonte de partida para o desenvolvimento de construções atuais mais sustentáveis, procurando uma adaptação das construções vernaculares às construções modernas e de estas às construções vernaculares.

As tecnologias vernaculares começam a ser objeto de uma maior procura por parte de todos os intervenientes no sector que já estão sensibilizados com o problema da sustentabilidade na construção. Assim começam a surgir exemplos de construções que recuperam antigas construções, ou usam as mesmas tecnologias em novas construções, de modo a corresponderem aos padrões de conforto que atualmente se usam, tendo a vantagem de utilizar materiais renováveis e de um menor consumo de recursos. Estas tecnologias são uma fonte para o fornecimento de indicações sobre as condições climáticas locais, os usos e costumes e as suas relações com os espaços. Também são uma evolução das soluções de construção ao longo dos tempos, que procuraram fornecer conforto sem a existência de equipamentos eletromecânicos e de abundantes fontes de energia, podendo assim servir de modelos para a criação de soluções adaptadas às necessidades de conforto atuais (UN-HABITAT, 2011).

O desenvolvimento de tecnologias construtivas na construção é um processo lento que não se aplica a emergências (Ofori, 1994; Irurah, 2002), por essa razão é necessário que os PD procurem rapidamente desenvolver tecnologias baseadas nos seus próprios recursos, de forma a minorar a dependência tecnológica dos países mais desenvolvidos e dos problemas de adaptação que estas vão trazer, em virtude das práticas associadas às mesmas serem adequadas a ambientes diferentes (Imbert, 1990).

A escolha das tecnologias construtivas deve ser baseada nos recursos existente e abundantes na região onde se vai construir, sendo que nos PD estas tecnologias devem utilizar preferencialmente mão-de-obra intensiva (Imbert, 1990), os materiais devem ser baratos e devem ter longa duração, porque são o elemento que têm o custo mais elevado (Ngowi, 1997).

Ao ser empregue mão-de-obra local permite que se desenvolvam outros sectores da economia local, porque vai originar um aumento no consumo de outros produtos e serviços existentes, servindo assim como um multiplicador de desenvolvimento económico, sendo este maior se as tecnologias adotadas forem baseadas em mão-de-obra intensiva (Hillebrandt, 2011), sendo esta estratégia adequada para a maioria dos PD (Ganesan, 1994, apud Hillebrandt, 2011).

A utilização deste tipo de tecnologias nem sempre é possível, essencialmente nalguns tipos de edificios nas cidades, sendo que as zonais rurais são um bom local de utilização da mesma, permitindo o desenvolvimento mais sustentável dos mesmos (Hillebrandt, 2011).

A utilização de materiais locais é um dos aspetos fundamentais da sustentabilidade no ambiente construído, também para os países africanos os materiais locais são muitas vezes recomendados (Pereira & Guedes, 2010).

Uma das estratégias para o desenvolvimento de uma construção sustentável, proposta durante a Conferencia de África sobre Construção Sustentável em 2004 (SB04 Africa Conference, South Africa) baseia-se na criação de uma fundação que promova o conhecimento e as melhores práticas sobre construção sustentável, através da partilha do conhecimento e das melhores práticas no que se refere aos problemas da construção e as suas relações com os aspetos sociais, culturais e ambientais, de modo a promover um ambiente construído mais sustentável e o desenvolvimento das populações (du Plessis, 2005).

3.4.3. Tecnologias sustentáveis na construção de habitação social

O crescimento exponencial das cidades nos PD originado pela alta taxa de natalidade e pela mudança das pessoas do campo para a cidade na procura de melhores condições de vida leva a que haja uma enorme pressão sobre as zonas urbanas, sobre a infraestruturas existentes e uma grande necessidade de habitação. A maior parte da população de origem rural está habituada a um tipo de construção e vida que muitas vezes não é vista como adequada aos meios urbanos, faltando-lhe muitas vezes o conhecimento sobre os modos de vida urbano e sobre a construção e utilização das habitações urbanas. Devido à necessidade de habitação as pessoas de menores capacidades financeiras recorrem a construções precárias, geralmente autoconstruídas, que geralmente não cumprem os requisitos de habitabilidade. Assim há a necessidade de fornecer orientações sobre a construção e utilização das habitações no meio urbano, até porque muitas vezes estas construções são autoconstruções feitas por etapas incrementais sem orientações técnicas ou capacidade técnica adequada dos intervenientes no processo de construção (Bredenoord, 2016).

Uma das maneiras de resolver o problema da falta de qualidade destas habitações e, da falta de infraestruturas associadas é a execução de um planeamento por parte das entidades governamentais que podem ser associadas a organizações não governamentais, fornecendo orientações sobre o processo de construção, ajudando na organização de grupos, associações ou cooperativas que promovam a construção, promovendo-se assim tecnologias, e transferência de conhecimento, que possam contribuir para a sustentabilidade da construção. Para que isto seja possível pode haver a necessidade de desenvolver regulamentos, normas, orientações técnicas e a necessidade de envolver as pessoas locais no planeamento e na escolha e/ou seleção dos modelos de construção (Bredenoord, 2016).

Ross et al. (2010) apresentam a importância da transmissão das boas práticas associadas a projetos sustentáveis em termos de construção de habitação para as classes de menores

rendimentos, como uma maneira de melhorar o ambiente e os aspetos relacionados com o bem-estar em termos físicos, mentais e económicos destas populações.

LBJ (2010) referem que as tecnologias adequadas à habitação para as pessoas de menores recursos devem:

- Ter fácil manutenção e serem baseadas no conhecimento local, sendo que, no caso de não existir conhecimento local sobre as mesmas, existe a necessidade de dar formação sobre a utilização e manutenção de modo a torná-las reconhecidas, aceitáveis e acessíveis, permitindo contribuir para o emprego e desenvolvimento económico local;
- Permitir reduzir os custos durante as diversas fases do ciclo de vida das construções, desde os custos de construção até aos custos de utilização;
- Contribuírem para desenvolver o capital humano local, aumentando o conhecimento e a capacidade de desenvolvimento pessoal das populações a que as habitações se destinam.

O alto custo dos materiais de construção, que muitas vezes são importados ou dependem de tecnologias importadas, pode ser diminuído se forem utilizados materiais locais, por exemplo Olotuah (2002) refere o caso da construção de habitação na Nigéria em que os materiais podem custar cerca de 60%, mas com o uso de materiais locais se pode conseguir uma redução de 40%. Para além dos materiais locais e de serem baseadas no conhecimento local, pode haver a necessidade de formação das populações mais desfavorecidas em áreas onde estas necessitem, nomeadamente, sobre os princípios da sustentabilidade (Ross et al., 2010).

3.4.4. Conhecimento tradicional e sustentabilidade na construção civil

O conhecimento tradicional é hoje visto de outra maneira, não como um conhecimento ultrapassado, sem interesse para o desenvolvimento da sociedade, mas sim como um conhecimento em que havia uma maior relação entre o homem e a natureza, havendo assim uma atitude mais sustentável. O conhecimento tradicional existente nestas práticas baseia-se na utilização de recursos renováveis, sendo que o ser humano é mais um integrante do ecossistema onde se insere. Tem a sua origem anterior à revolução industrial, que originou elevado desenvolvimento económico, mas em contrapartida trouxe graves problemas ecológicos e de sustentabilidade do modelo de desenvolvimento, uma vez que este modelo ocidental de desenvolvimento se baseia na extração de recursos naturais, muitas vezes desenfreada, que origina danos ambientais (Turner et al., 2000; Martin et al., 2010).

Estas relações entre o homem e a natureza existentes no conhecimento tradicional podem ser uma fonte de inspiração para o desenvolvimento de novo conhecimento e novas tecnologias que permitam criar sustentabilidade no consumo dos recursos naturais, como foi estabelecido pela World Commission on Environment and Development em 1987, através do relatório “*Our Common Future*”, sendo necessário que o mesmo seja recolhido e identificado de modo a que esteja disponível para ajudar os técnicos que procuram desenvolver soluções mais sustentáveis (Martin et al, 2010).

A tabela 3 apresenta as principais características ou aspetos da sustentabilidade da construção nos países desenvolvidos e nos PD.

Tabela 3 - Características das construções sustentáveis nos países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento.

	Aspetos
Sustentabilidade na construção	<p>Repensar as soluções construtivas, adotando soluções mais simples e menos consumidoras de recursos (Kohler, 1999), mas sendo um fator de promoção do desenvolvimento económico e social (Zuo & Zhao, 2014; Doan et al. 2017), com novas ideias, novos regulamentos e novas tecnologias (Lacasse, 1999).</p> <p>Propostas baseadas em soluções de longo prazo que não exijam substituição de equipamentos e que consumam menos recursos (Bon & Hutchinson, 2000).</p> <p>Adotar os princípios da redução, da reutilização e da reciclagem do consumo dos recursos, com utilização dos recursos renováveis e preservação dos sistemas naturais (Hill & Bowen, 1997; Kibert et al., 2000) com o processo a ser iniciado nas fases iniciais do planeamento e prolongando-se até à fase de demolição (Hill & Bowen, 1997; Ding, 2008).</p> <p>Utilizar soluções construtivas passivas para a diminuição do consumo dos recursos na fase de utilização (Hill & Bowen, 1997; Laustsen, 2008) e que promovam ambientes saudáveis para os seus utilizadores (Kibert et al., 2000), mas que também permitam a existência das outras espécies presentes na Terra, (Kibert, 2007), utilizando materiais com baixa energia embebida (Ding, 2008).</p> <p>Conceção de projeto que avalie os impactos em termos ambientais, económicos e sociais que a construção dele origina (Mateus & Bragança, 2010).</p> <p>Tem baixo impacto ambiental e boa integração com o meio ambiente (Ameen et al., 2015).</p> <p>Ter baixo consumo de energia e reduzir consumo de combustíveis fósseis (Wekesa et al., 2010).</p>
Sustentabilidade na construção nos países em desenvolvimento	<p>Usar tecnologias que não usem tão intensivamente os recursos, diminuam a poluição, que favoreçam a equidade social, diminuam as desigualdades sociais e tenham em conta os aspetos económicos e sociais, (du Plessis et al., 2002; du Plessis, 2007; Mihelci et al, 2008).</p> <p>Promover o desenvolvimento e a qualidade de vida (du Plessis et al., 2002).</p> <p>Usar tecnologias que se adaptem aos seus recursos naturais (du Plessis et al., 2002).</p> <p>Uso de materiais locais (Pereira & Guedes, 2010).</p> <p>O desenvolvimento da economia local, com o aproveitamento de recursos locais, com o desenvolvimento do conhecimento e praticas locais para promoção do emprego e desenvolvimento das pequenas empresas (Hill & Bowen, 1997; Gibberd, 2003), com soluções baseadas em mão-de-obra intensiva e pouco qualificada (Imbert, 1990; Hill & Bowen, 1997) e os materiais devem ser baratos e ter longa duração (Ngowi, 1997).</p> <p>Os custos, de construção e utilização, não colocarem em causa a capacidade das famílias em satisfazerem as suas outras necessidades (Hill & Bowen, 1997; Berardi, 2103). Terem fácil manutenção (LBJ, 2010).</p> <p>Terem impactos positivos económicos e prolongarem-se através dos tempos (Diaz-Sarachaga et al., 2016). Contribuírem para o desenvolvimento pessoal dos seus habitantes (LBJ, 2010).</p> <p>Envolvimento das populações nos projetos (Zuo & Zhao, 2014).</p>

O conhecimento tradicional deve ser analisado e desenvolvido como uma forma de conhecimento que pode ajudar a resolver alguns dos problemas ambientais, sociais e económicos da humanidade (Martin et al., 2010).

O conhecimento tradicional e a utilização de técnicas tradicionais melhoradas na construção civil são maioritariamente utilizadas em sectores rurais e permitem que em conjunto com o desenvolvimento de outros sectores de atividade económica local; um aumento da economia local através da retenção monetária no local, manter e aperfeiçoar o conhecimento tradicional, evitar a saída das populações para os grandes aglomerados urbanos e, aumento dos profissionais afetos ao sector e que prestam serviços às populações (du Plessis et al., 2002).

No entanto muitas das construções feitas com base no conhecimento tradicional não são adequadas, segundo o contexto moderno, porque não oferecem muitas das exigências de habitabilidade que hoje em dia se requer, necessitando assim de os modelos e tecnologias localmente existentes serem desenvolvidos para serem adaptados aos tempos atuais (du Plessis et al., 2002).

A construção de habitação com a utilização de materiais e tecnologias localmente adequadas é um meio de desenvolver um determinado local, mas necessita que exista a transferência de conhecimento, sendo necessária a criação de políticas e mecanismos que promovam a divulgação e utilização dos mesmos, podendo ser necessário criar alguns projetos que sirvam de exemplo (UN-HABITAT, 2012; Bredenoord, 2016).

3.4.5. Tecnologias construtivas sustentáveis em Angola

As tecnologias adequadas à construção em Angola são, de um modo geral as apresentadas no subcapítulo anterior, com as devidas adaptações ao setor da construção e aos fatores climáticos existentes em Angola. Neste sentido a construção a custos controlados em Angola devem ter em conta as regiões onde os edifícios vão ser construídos, utilizando soluções que promovam uma utilização mais eficiente dos recursos, nomeadamente em termos energéticos baseando-se na arquitetura bioclimática, que promovam a utilizam de tecnologias locais (com o melhoramento das mesmas) e usem recursos e mão-de-obra local, como uma forma de promover um desenvolvimento mais sustentável em termos ambiental, económico e social.

O principal objetivo da sustentabilidade na construção é o de minimizar os impactos negativos que os edifícios provocam no ambiente e nos seus ocupantes (Plainotis, 2006, citado por Guedes et al, 2012). Angola, sendo um país em desenvolvimento, tem necessidade aumentar a extração e consumo de recursos naturais para fazer face à procura dos mesmos nos diversos setores de atividade com especial referência para o sector da construção de habitação. Com o aumento do número de habitações aumentam

os consumos associados a estas, como sejam a energia, a água e a necessidade de tratamento de esgotos, com o conseqüente aumento dos possíveis impactos. As estratégias adequadas serão aquelas que permitirão reduzir estes consumos, até porque se estes forem menores, menor será a despesa das famílias com os mesmos e por conseqüência maior a disponibilidade monetária para gastar noutros produtos

As estratégias bioclimáticas permitem que se reduza o consumo de energia, através do uso de soluções construtivas que procuram tirar partido dos fatores climáticos existentes no local de modo a criar condições de conforto para os ocupantes. Estas estratégias variam conforme o tipo de condições climáticas existentes no local. Embora Angola seja um país tropical existem variações no clima, existindo segundo a classificação apresentada 5 tipos de clima, mas de um modo geral baseiam-se (Novais-Ferreira, 1965; Guedes et al., 2012):

- Na localização dos edifícios a construir, através do estudo do aproveitamento das condições climáticas do local com a utilização de soluções construtivas que limitem ou impeçam a entrada direta dos raios solares, através da orientação dos edifícios em que as fachadas maiores e com aberturas sejam a norte ou a sul, mas que ao mesmo tempo que esta orientação permita aproveitar o sentido dos ventos para aproveitar a ventilação natural como forma de melhorar o conforto térmico;
- Na utilização de sombreamentos a aplicar nas fachadas e na envolvente para que os raios solares não incidam diretamente nas superfícies envidraçadas dos edifícios e, até se possível, impedir que os mesmos incidam nas paredes destes;
- Na pintura dos edifícios com cores claras porque refletem os raios solares não absorvendo tanta energia como as cores escuras;
- Na colocação de isolamento térmico de modo a que as superfícies dos edifícios não tenham contacto com o calor e assim impedir a entrada deste no edifício;
- No estudo da colocação das aberturas de modo a que a área das mesmas seja adequada à ventilação e à entrada de luminosidade e limite a entrada dos raios solares com o respetivo aquecimento e efeito de estufa²;
- Na utilização da ventilação natural, estudando o sentido principal dos ventos existentes e das possíveis variações térmicas que possam existir entre o edifício e a envolvente de modo a que através da colocação de aberturas seja possível fazer circular o ar de preferência através de uma ventilação cruzada;
- Na utilização de materiais que tenham elevada inércia térmica, uma vez que com estes se consegue retardar o efeito das mudanças de temperaturas existentes no exterior, permitindo ter temperaturas interiores com menores amplitudes;

² Nalguns casos este efeito de estufa pode ser necessário nalgumas alturas do ano, como seja os períodos mais frios das regiões de maior altitude do planalto central e as influenciadas pelo deserto da Namíbia, mas haverá que criar condições para controlar a entrada dos raios solares, durante só uma pequena parte do dia.

- Na utilização de vegetação e de água para se fazer o arrefecimento evaporativo, devendo, no entanto, de ter o cuidado de se selecionarem os métodos em funções dos níveis de humidade existentes no local;
- No controlo das emissões internas associadas a equipamentos e atividades que emitam calor, utilizando equipamentos que tenham menor radiação e com a utilização de soluções construtivas em cozinhas que retirem de imediato o calor para o exterior;
- Na utilização de equipamentos eletromecânicos que façam o controlo térmico, impedindo/promovendo a entrada dos raios solares, forçando a ventilação e outros.

As tecnologias sustentáveis na construção em Angola dependem das condições climáticas existentes no local, podendo assim em função destas utilizar princípios bioclimáticos que se adequem às condições existentes, assim como materiais de carácter local. As soluções precisam de utilizar sistemas que evitem a entrada de calor nas habitações, que promovam a ventilação natural, a inércia térmica e, nalguns casos o resfriamento evaporativo. Algumas das soluções que apresentam estas características serão desenvolvidas em capítulos posteriores.

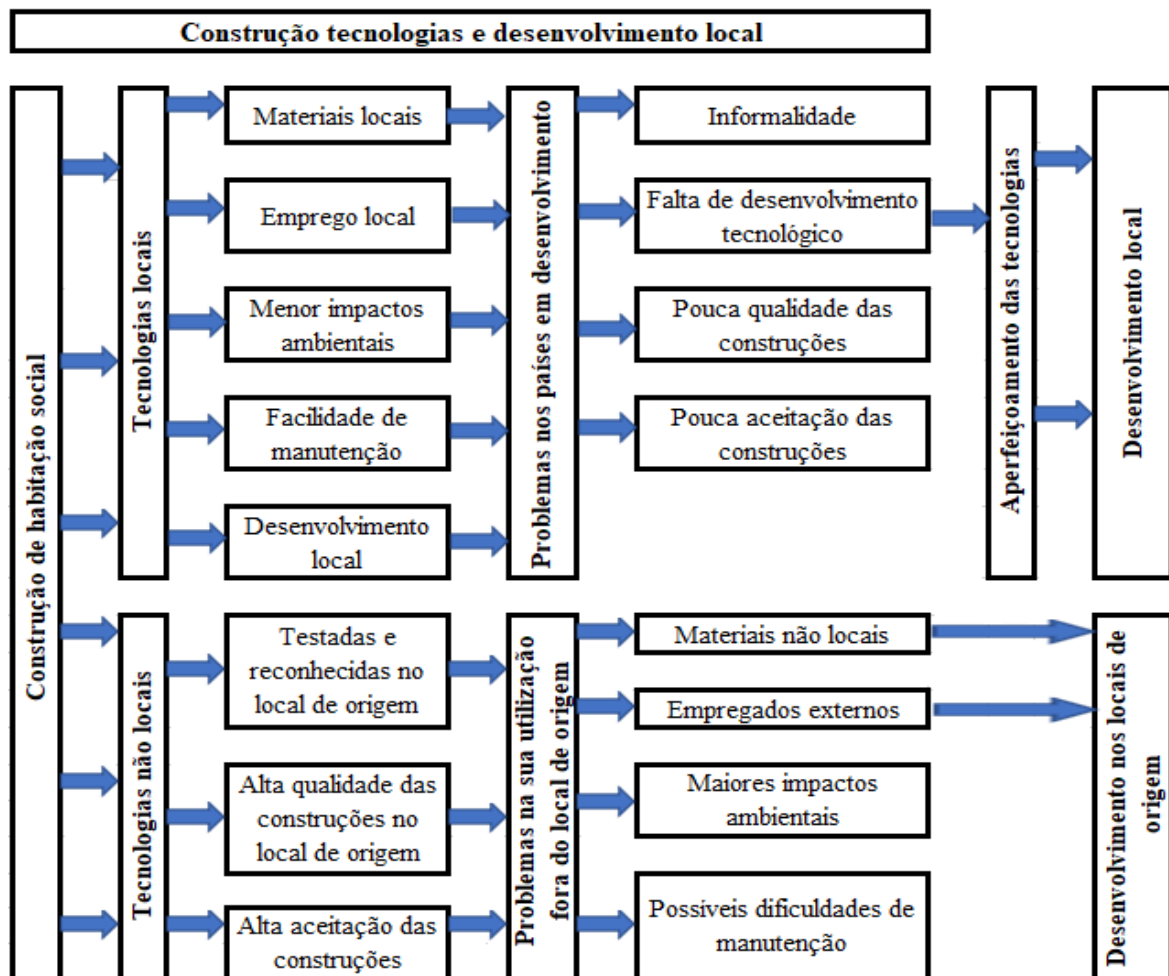


Figura 18 – Habitação social e tecnologias

Com base nos autores anteriormente referidos apresenta-se, na página anterior, a figura 18 onde se faz um resumo dos fatores que influenciam a construção de habitação e a sua relação com as tecnologias que se utilizam na construção.

Assim para que a construção contribua para o desenvolvimento local sustentável, esta tem de utilizar ou desenvolver tecnologias que usem recursos locais e que sejam adequadas às condições existentes, promovendo melhor qualidade de vida, com a construção de ambientes mais harmoniosos e uma maior interligação com a natureza.

3.5. A avaliação da sustentabilidade na construção

3.5.1. Objetivos e âmbito da avaliação da sustentabilidade na construção

Du Plessis (1999) refere que há a necessidade de manter condições para que o planeta Terra continue a ter condições futuras para que as populações continuem a viver confortavelmente e exista desenvolvimento, havendo assim a necessidade criar indicadores ou outros modelos que permitam demonstrar os progressos que são feitos para que estas condições futuras existam.

A sustentabilidade é uma palavra muito utilizada, muitas vezes com diferentes finalidades e significados. Para além deste problema de definição tem um outro associado que é como a medir (Kates et al., 2005). Segundo Forsberg & Malmborg (2004) a necessidade de contribuir para uma sociedade mais sustentável originou a criação de diversas ferramentas que analisam os edifícios e permitem verificar os consumos de energia, a existência de problemas que afetem a saúde dos seus ocupantes e muitos outros.

Surgem assim os modelos de avaliação da sustentabilidade que segundo Mori & Christodoulou (2012), (baseados em diversos autores como Gasparatos et al. (2008) e Baumgärtner & Quaas (2010)), devem ter os seguintes aspetos principais: a interdependência entre o ambiente, a economia e a sociedade, com as atividades humanas a deverem de ter em conta as relações com a natureza de modo a se poderem preservar os recursos através da aumento da eficiência na utilização dos mesmos; a importância de se ter em conta que as decisões e atitudes que hoje tomamos vão influenciar o futuro e, por essa razão, devem ser analisadas procurando ver os possíveis impactos que vão ter no futuro de modo a evitar impactos que possam causar danos às gerações futuras, assim como também devem ser analisadas para se verificarem se vão trazer benefícios e danos a todas as populações atuais e ao ambiente.

Para podermos ter construções mais sustentáveis é necessário que existam ferramentas que permitam a todos os intervenientes no processo construtivo analisarem as possíveis soluções e os possam orientar para uma construção mais sustentável (Cole, 1999; Sev, 2011).

Os Modelos de Análise da Sustentabilidade no Ambiente Construído (MASAC) podem ser ferramentas que se baseiam na avaliação do desempenho das construções tendo por base um conjunto de critérios que são avaliados em termos qualitativos ou quantitativos, em relação a uma base do estado da arte com o qual são comparados, levando a que através desta comparação obtenham pontos ou créditos, que se vão refletir numa classificação final, permitindo assim demonstrar a sua evolução em relação às praticas comuns (Lee, 2013). Podem ter alguns critérios que são obrigatórios e que podem ou não contribuir para a avaliação final e também podem ter critérios que podem ser de aplicação facultativa. São geralmente de aplicação facultativa e a sua utilização é baseada num processo de avaliação e certificação que é pago a uma entidade que gere o sistema, (Retzlaff, 2008; Andrade & Bragança, 2016).

Os MASAC têm diversos interessados com diversas finalidades, assim segundo Lützkendorf & Lorenz (2006) os projetistas precisam de ferramentas de análise bem detalhadas que lhes permitam fazer a seleção das melhores soluções construtivas, os promotores precisam de demonstrar perante os compradores ou arrendatários que o empreendimento em causa tem melhores características que outros, necessitando de publicitar o nível alcançado, os compradores e utilizadores precisam de saber que impactos e que qualidade a construção em causa tem.

Os MASAC são assim uma ferramenta que serve de orientação e de comunicação entre os diversos intervenientes e interessados, ajudando a tomar decisões mais sustentáveis (Devuyst et al.,2001; citados por Angelakoglou & Gaidajis, 2015). Para que isso aconteça é necessário que no desenvolvimento dos mesmos se faça análise critica do conhecimento teórico e pratico existente sobre o tema, com a identificação de dados técnicos referentes ao desenvolvimento sustentável, nomeadamente através de medidas de desempenho dos produtos a analisar fazendo comparações com modelos pré-estabelecidos, normas e regulamentos existentes, que deverão ser incluídos no modelo (Poveda & Lipsett; 2011).

Estas ferramentas de avaliação da sustentabilidade permitem ajudar os projetistas na conceção de construções mais sustentáveis, podem levar os construtores utilizar a tecnologias mais sustentáveis, permitem aos investidores apostarem em conceitos que lhes garantem mais sustentabilidade, permite que os clientes escolham soluções que na sua conceção e construção foram tidos em conta os custos de utilização no que se refere ao consumo de recursos e permitem às entidades locais assegurar-se que os

empreendimentos em causa estão a ter em conta os fatores ambientais, sociais e económicos existentes no local, podendo ser um fator de promoção do desenvolvimento económico local (Sev, 2011).

Permitem ainda identificar os edifícios que têm menores impactes ambientais e menores consumos de recursos, servindo assim para encorajar novos desenvolvimentos de edifícios e projetos mais sustentáveis (Gibberd, 2003).

Os sistemas de avaliação e certificação da sustentabilidade do ambiente construído podem ajudar na escolha de estratégias, desde a conceção, seleccionam soluções mais amigas do ambiente, contribuindo assim para o desenvolvimento de soluções construtivas mais sustentáveis (Pinheiro, 2010).

Inicialmente estes modelos tinham por objetivo demonstrar o desempenho ambiental de um edifício analisando diversos fatores, como, por exemplo, o consumo de energia, demonstrando que o edifício analisado tem um determinado potencial de redução dos consumos, quando comparado com a prática média e, assim ter um melhor desempenho ambiental e possivelmente também económico com menores custos no ciclo de vida. O resultado desta análise origina um perfil de desempenho do edifício que é divulgado, permitindo assim que os edifícios com melhor desempenho possam ter maiores potenciais de mercado (Cole, 1999).

Estes modelos foram desenvolvidos para diversos interessados, como projetistas, consultores, promotores, inquilinos, entidades oficiais e assim podem ter diferentes usos como a pesquisa, a ajuda na decisão, a ajuda na seleção de equipamentos e soluções construtivas e com diferentes âmbitos de aplicação podendo ser aplicados na avaliação; de componentes, do edifício inteiro e, de todo o empreendimento. Também podem ser aplicados às diferentes fases do ciclo de vida dos edifícios e dos seus componentes (Haapio & Viitaniemi, 2008).

Os dois principais objetivos dos modelos de análise da sustentabilidade são: a ajuda no desenvolvimento de construções mais sustentáveis fornecendo indicações aos intervenientes no processo de promoção, conceção e construção sobre as soluções que em termos de localização e técnicas construtivas permitem ter menores impactos ambientais, contribuir para uma melhor qualidade de vida e ter em conta os aspetos económicos e sociais; permitem informar os interessados, nomeadamente, os compradores ou utilizadores, sobre o contributo que as construções dão para o desenvolvimento sustentável, nomeadamente, em termos de; redução de consumos de água, energia e de emissões poluentes. Permitem ainda ser uma base de comparação da avaliação económica das construções por causa dos seus custos durante o ciclo de vida. Também podem contribuir para os objetivos ambientais, económicos e sociais que uma região possa definir (UN-Habitat, 2017).

Todd et al. (2001) referem que os modelos e as ferramentas de análise da sustentabilidade que podem ser utilizadas na construção podem ter como âmbito de utilização num produto, dos edifícios, nos edifícios e nas infraestruturas para a comunidade e da construção em geral. Por sua vez em termos de finalidade podem ser destinadas a comparar produtos, comparar soluções construtivas que podem ser utilizadas na conceção dos edifícios e aquelas que podem ser utilizadas nas diversas etapas de um empreendimento.

Os modelos de análise da sustentabilidade têm um determinado conjunto de critérios de avaliação que permitem a técnicos especializados fazer cálculos e julgamentos, sendo que com base nestes e com a participação de todos os interessados e intervenientes desde o processo de conceção, servindo não só para construir empreendimentos mais sustentáveis, mas também para promover a filosofia do desenvolvimento sustentável, devendo para que isto aconteça promover o diálogo entre os interessados e ter em conta os aspetos sociais e económicos para além dos ambientais (Kaatz et al., 2006).

3.5.2. Ferramentas para apoio da análise da sustentabilidade

Existem diversas ferramentas que permitem analisar os produtos, processos ou consumos que ajudam a analisar a sustentabilidade dos mesmos. Angelakoglou & Gaidajis (2015) fazem uma divisão dos mesmos apresentando-os como os indicadores individuais, os indicadores compostos, os que se baseiam nos fluxos de materiais ou de energia e os que se baseiam na análise do ciclo de vida.

Os indicadores individuais ou também chamados indicadores chaves de desempenho, são os que se referem a vários aspetos que têm o mesmo resultado e geralmente servem como metas pré-definidas que se pretendem atingir no interior de uma organização, podendo ou não ser divulgadas aos interessados (Angelakoglou & Gaidajis, 2015).

Os indicadores compostos são aqueles que englobam diversos elementos num único indicador final, podendo abranger todos os pilares da sustentabilidade, simplificando a informação. São mais utilizados pelas empresas e sectores, sendo muitas vezes elaborados por empresas do sector social e financeiro, que os criam para fazerem análises de organizações (Angelakoglou & Gaidajis, 2015).

Os indicadores de fluxos de materiais e de energia são aqueles que analisam os fluxos necessários à produção de um determinado produto, a um processo e, a um consumo em termos de materiais e de energia totais necessários, conseguindo-se assim estimar os impactos associados. Exemplos destes indicadores são; *Pegada Ecológica*, *Mochila Ecológica*, entre outros, que analisam os fluxos de materiais necessários a um consumo (*Pegada ecológica*) ou necessários à produção de um produto (*Mochila Ecológica*) e, os

que analisam as necessidades de energia para o seu fabrico, como a análise da *Energia Embebida* (Angelakoglou & Gaidajis, 2015).

A figura 19 resume o apresentado por diversos autores citados neste texto, sobre algumas das principais ferramentas de apoio à análise da sustentabilidade.

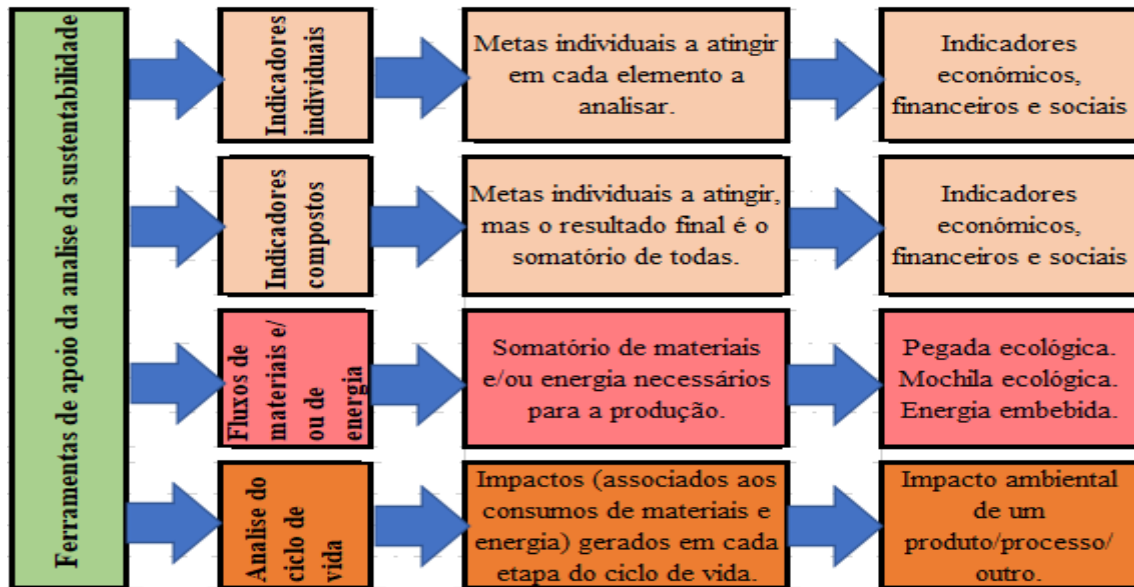


Figura 19 – Ferramentas de apoio à análise da sustentabilidade

Os indicadores baseados na análise do ciclo de vida, são aqueles que têm em conta todas as etapas do ciclo de vida de um produto analisando os impactos que este tem em termos de sustentabilidade, podendo analisar um só impacto ou o conjunto de todos os impactos associados a um produto (Angelakoglou & Gaidajis, 2015).

Análise de Ciclo de Vida (ACV ou em inglês Life-Cycle Assessment LCA) é uma metodologia de análise que procura identificar e avaliar os recursos presentes num produto, quantificando os impactos ambientais, os consumos de energia e os resíduos que estão associados ao mesmo, desde o processo inicial de extração dos recursos até ao processo final de deposição após o seu fim de vida, de um produto e dos seus componentes. Esta metodologia permite contribuir para a seleção de materiais com menor impacto ambiental, é usada nas declarações ambientais do produto, na avaliação do desempenho ambiental dos processos e produtos das empresas, que são utilizados para demonstrar a sustentabilidade da empresa. Em termos de construção permite contribuir para a construção de edifícios mais sustentáveis (Ortiz et al., 2009; Bragança & Mateus, 2011; Karimpour et al., 2014).

A figura 20, apresentada na página seguinte, elaborada com base no apresentado por Ramesh et al. (2010) apresenta as fases do ciclo de vida da construção e os seus limites.

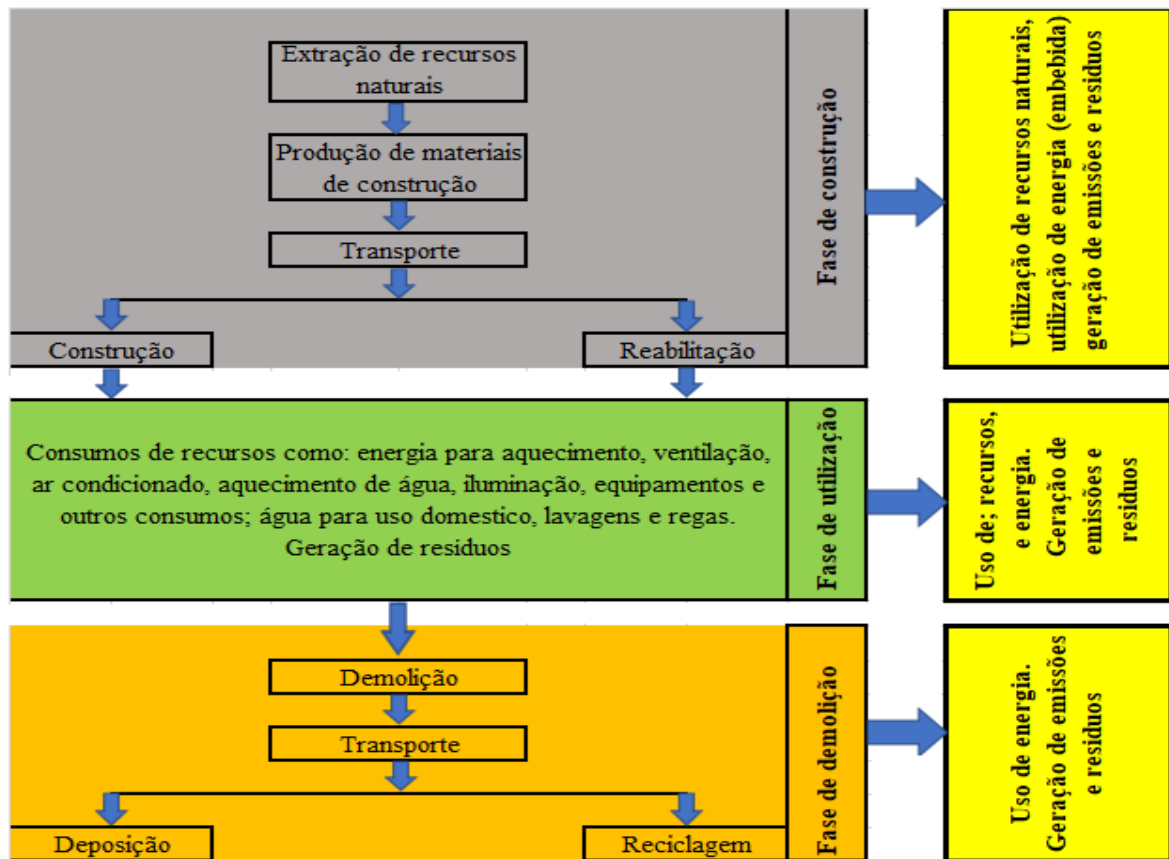


Figura 20 – Fases do ciclo de vida e seus limites (fonte Ramesh et al., 2010)

Como funciona

A ISO (International Standard Organization) criou normas para definir a metodologia LCA. A norma ISO 14040 define o vocabulário, princípios e metodologia. A ISO 14044 define os requerimentos que se deve utilizar na metodologia LCA, ou seja define as quatro fases da análise LCA, que são; definição do objetivo e âmbito, inventário de ciclo de vida, avaliação dos impactos do ciclo de vida e, interpretação dos resultados (Bragança & Mateus, 2011).

Objetivo e âmbito - Com o objetivo pretende-se definir que razões levam, quem interessa e a quem se deve divulgar a informação conseguida com a LCA, com o âmbito pretende-se definir os limites adequados da análise durante as diferentes fases. Em termos de limites pode-se definir também a utilização de diversas variantes da LCA, como: *cradle-to-gate*, ou seja, desde a extração das materiais primas até à porta da fábrica (“do berço à porta”), no qual se incluem todos os impactos até à saída da fábrica, mas não se consideram nenhuns para além daqui; *cradle-to-gravre* (“do berço ao tumulo”), onde para além dos impactos anteriores se consideram os impactos relacionados com o transporte a partir da fabrica e, no caso da construção ou outras

industrias incorporadoras, os impactos associados à incorporação no produto final, também se incluem os impactos durante a fase de demolição ou desmantelamento; por ultimo a hipótese de *cradle-to-cradle* (“do berço ao berço”) onde para além das fases todas do anterior se inclui a fase de reciclagem e transformação novamente em matérias-primas. As análises baseadas na abordagem *cradle-to-grave*, são as que geralmente são mais utilizadas (Bragança & Mateus, 2011; Amado et al., 2015; Anand & Amor, 2017).

Inventário de ciclo de vida (LCI) – esta etapa diz respeito à recolha de informação sobre todos os materiais e processos envolvidos na produção com o objetivo de calcular os impactos ambientais, nomeadamente, através do consumo de materiais e de energia. Uma vez que os edifícios são um produto muito complexo, a sua utilização em termos de análise de um edifício é muito trabalhosa e complexa. Mesmo para a análise de algumas soluções construtivas o processo é complexo. Existem bases de dados que permitem ajudar nesta etapa, uma vez que já têm elementos sobre diversos materiais ou produtos que são incorporados nas construções. Geralmente os dados obtidos com uma base não são comparáveis com outras em virtude dos serem obtidos em diferentes países, com base em diferentes processos de produção, com diferentes âmbitos de aplicação e muitas vezes serem baseados em declarações ambientais de produtos (EPD) que variam de empresa para empresa (Bragança & Mateus, 2011; Anand & Amor, 2017).

Avaliação das categorias de impacto ambiental (LCIA)- nesta fase procura-se compreender, avaliar e quantificar os potenciais impactos ambientais com base nos dados obtidos na fase anterior. Estes impactos são quantificados em termos de, por exemplo, potencial de acidificação, emissão de gases de efeito de estufa, depleção da camada de ozono, depleção de recursos. Envolve três etapas que são: a classificação, na qual cada um dos impactos analisados na etapa anterior são atribuídos aos efeitos negativos ambientais no qual se inserem, como, por exemplo, as emissões de dióxido de carbono são relacionadas com o potencial de aumento global da temperatura; na caracterização multiplica-se cada impacto referente a um elemento por um fator de ponderação, este fator de ponderação representa o potencial que esse elemento tem no impacto final, por exemplo, no que diz respeito ao poder de aquecimento global quando comparando uma grama de metano (CH₄), com uma grama de CO₂ o metano tem um poder 23 vezes superior de contribuir para o aquecimento e assim a quantidade de metano é multiplicada por este fator (valor de 23). Assim os valores individuais obtidos em cada etapa são normalizados de modo a serem convertidos na mesma unidade, posteriormente são multiplicados por fator de importância, a soma final de todos os valores representa o valor final (Bragança & Mateus, 2011).

Interpretação dos resultados – nesta última fase faz a análise dos resultados obtidos nas fases anteriores (LCI e LCIA), sendo quantificados, avaliados e verificados com objetivo de chegar a conclusões, obter recomendações e fornecer um relato de acordo com o objetivo inicialmente definido (Skone, 2000; Bragança & Mateus, 2011).

Embora a metodologia LCA seja aquela que permite obter dados mais fiáveis e esteja regulamentada, nomeadamente, através das normas ISO, os resultados apresentados com base nesta metodologia tem alguns problemas e muitas vezes diferentes estudos apresentam diferentes resultados e não podem ser comparados. Esta diferença acontece porque a definição do âmbito pode ter fronteiras diferentes e a posterior fase de inventário pode ser baseada em diferentes modelos, como: a análise dos processos, a análise de entradas e saídas e, a análise híbrida (UN-Habitat, 2017).

A UN-HABITAT (2017) refere os estudos de alguns autores que estudaram a construção de alguns edifícios em termos de energia embebida segundo os diferentes modelos referindo que o uso do modelo híbrido permite obter dados superiores até cerca de 4 vezes.

3.5.2.1. Mochila ecológica

Segundo Pinheiro (2006) a mochila ecológica representa a quantidade de materiais mobilizados necessários à produção de um produto, utilização, reutilização, reciclagem e deposição final. Representa assim um indicador da quantidade de matérias-primas necessárias para a produção de uma unidade de um produto desde o berço ao túmulo contabilizando os materiais necessários à produção de uma quantidade de produto, mas também os materiais que são utilizados na produção ou que são necessários para que se faça a extração ou produção, incluindo a movimentação de materiais que podem não entrar na produção (Aoe & Michiyasu, 2005). Assim para se produzir um kg de aço para a construção são necessários 21 kg de materiais. A utilização de materiais reciclados permite diminuir a mochila ecológica, por exemplo para produzir 1 kg de alumínio são necessários 85 kg de materiais, mas se o alumínio for reciclado já só são necessários 3,5 kg de materiais (Pinheiro, 2006).

3.5.2.2. Análise energética durante o ciclo de vida - LCEA

Os edifícios são um dos mais importantes consumidores de energia. A produção de energia é um dos principais fatores que contribui para os impactos ambientais relacionados com a poluição e o aquecimento global, essencialmente se esta for produzida com base em sistemas que não são baseados em energias renováveis. A análise de energia durante o ciclo de vida de um edifício diz respeito à quantificação da energia que este edifício vai consumir durante as suas diversas fases do ciclo de vida e

engloba a energia embebida, ou seja a que é utilizada para fabricar o edifício, a energia que ele consome durante a fase de utilização e à energia necessária à sua demolição (Cabeza et al., 2014).

Durante o ciclo de vida de um edifício estes têm consumos de energia referentes à fase de construção, energia embebida e durante a fase de utilização, energia operacional. Dixit et al. (2010) apresentam a definição de energia embebida de Cole & Kernan (1996) onde estes autores apresentam esta como a energia necessária para a construção de um edifício e que é consumida desde as fases iniciais de extração das matérias primas, transporte e processamento destas em produtos, transporte destes até ao local de incorporação nos edifícios, a necessária para a incorporação destes nos edifícios e, também incluem, a energia necessária para a posterior demolição dos edifícios. Dixit et al. (2010) fazem uma diferenciação da energia embebida dividindo-a em energia direta, aquela que é utilizada na produção do edifício, geralmente associada à obra e estaleiro de obra e, a indireta aquela que é utilizada nos produtos ou materiais que são posteriormente incorporados na construção, considerando que a energia consumida na demolição se insere na energia indireta. A figura 21 apresenta um resumo dos principais consumos de energia associados aos edifícios durante o ciclo de vida destes e nas diversas fases dos mesmos.

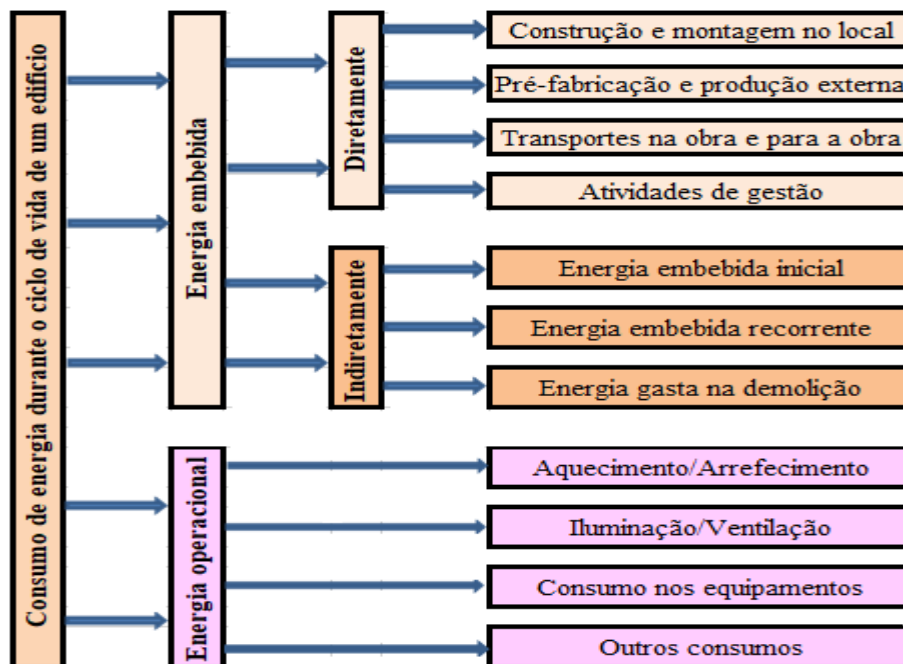


Figura 21 – Consumo de energia no ciclo de vida da energia de um edifício (fonte Dixit et al., 2014)

A energia embebida vai ser assim o somatório da energia necessária para a fase de construção, onde se inclui a energia necessária à produção de cada componente, desde a

fase de extração das matérias-primas até à fase em que este componente é inserido e o edifício fica pronto a funcionar, passando depois para a fase de demolição onde é necessária energia para os diversos processos aqui executados até à deposição final. A energia operacional é o somatório da energia necessária ao funcionamento dos equipamentos presentes no edifício durante todo o seu ciclo de utilização e é dada pela multiplicação dos consumos estimados anuais pelos anos de vida útil estimados do edifício (Ramesh et al., 2010; Cabeza et al., 2014).

A energia embecida nos materiais de construção representa uma parte da energia total consumida por um edifício durante o seu ciclo de vida. A quantidade da energia embecida vai depender das soluções construtivas utilizadas, sendo que estas dependem dos regulamentos e das exigências de conforto, que por sua vez estão relacionadas com o local de implantação de um edifício e com as condições climáticas existentes no mesmo. Ramesh et al. (2010) em estudo que fizeram sobre a revisão da literatura em artigos onde se analisavam os consumos de energia durante o ciclo de vida, estudos feitos essencialmente nos países mais desenvolvidos e mais frios, verificaram que estes estudos apontavam para que a energia embecida representava entre 10% a 20%, sendo a restante energia operacional.

Segundo Karimpour et al. (2014), no caso de um clima temperado este valor anda por volta dos 35% do consumo total de energia durante o ciclo de vida do edifício, ou seja, durante a fase de utilização consome-se cerca de 65% do total de energia na fase de operação, energia operacional. A figura 22 refere os valores referentes aos consumos durante o ciclo de vida, apresentados por Ramesh et al. (2014) e pelos autores anteriormente referenciados.

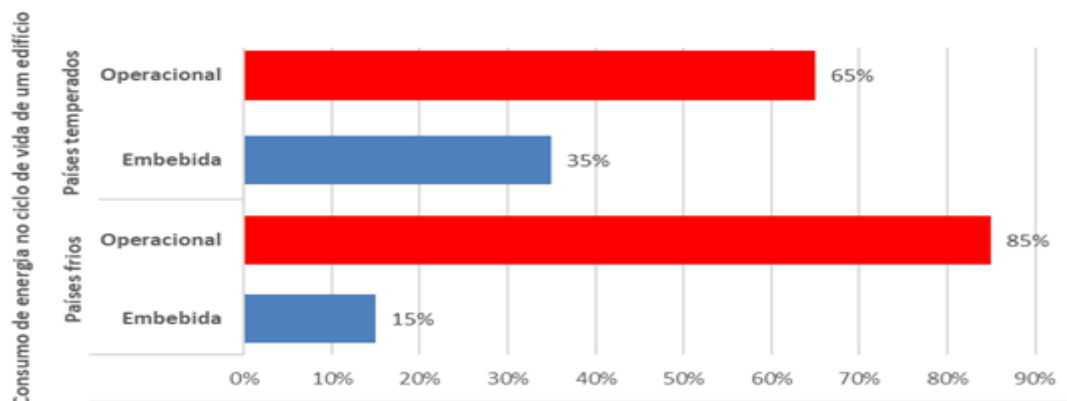


Figura 22 – Consumo de energia no ciclo de vida da energia de um edifício nas fases de construção e operação (fonte Ramesh et al., 2010; Karimpour et al., 2014)

3.5.2.3. Soluções para diminuir a LCEA

Os edifícios com menores consumos de energia (e menores impactos ambientais), são muitas vezes chamadas construções amigas do ambiente, verdes ou ecológicos e outros como os que usam as energias renováveis, essencialmente a energia solar, quer para produção de energia, aquecimento e outras finalidades, são chamados edifícios solares, sendo que no caso de a produção de energia satisfazer as necessidades totais são designados edifícios zero energia ou autosuficientes. Outras soluções que permitem contribuir para o conforto, com consumos reduzidos de energia, costumam-se chamar construções passivas ou bioclimáticas. Estas soluções são geralmente baseadas no aumento do isolamento exterior (incluindo envidraçados), na implantação dos edifícios segundo a orientação que permita uma melhor utilização dos raios solares e dos ventos dominantes, na utilização soluções de sombreamento, no uso de soluções com massa ou inércia térmica, na utilização de soluções que aproveitem os raios solares para o aquecimento ou para o arrefecimento, no uso do resfriamento evaporativo, na utilização de revestimentos de baixa emissividade, na utilização de sistemas de aquecimento e arrefecimento pelo solo e, no uso de telhados e fachadas verdes. Estas soluções podem ser utilizadas isoladas ou associadas a sistemas eletromecânicos de climatização, conforme a necessidade de condicionamento e as capacidades destas em a satisfazerem (Cabeza et al., 2014; Karimpour et al., 2014).

Geralmente as soluções que permitem contribuir para a diminuição do consumo de energia durante a fase de utilização levam a que seja necessário um aumento da energia embebida (Sartori & Hestnes, 2007; Cabeza et al., 2014). No entanto alguns materiais como os materiais locais podem levar a que haja uma diminuição do consumo de energia embebida e também de energia total. Esta redução varia em função dos materiais, do local e das soluções construtivas podendo a energia embebida ser inferior em 75% (Ding, apud Cabeza et al., 2014), Morel et al. (2001) apresentam valores superiores, referindo que é muito importante a energia referente aos transportes até ao local de construção.

Praseeda et al., (2016) estudaram diferentes tipos de construções na Índia e verificaram que a energia embebida podia variar entre 1,01 a 10,50 GJ/m², sendo que no caso das construções urbanas com a utilização de materiais locais o valor é de 2,0 GJ/m², referindo que os menores valores correspondem ao uso de materiais com base na utilização da terra como solução construtiva para a construção das paredes, como os blocos de terra comprimidos estabilizados e a taipa. Morel et al. (2001) referem que no caso do uso de terra (taipa) como material de construção a energia necessária para o transporte pode ser nula. Os materiais reciclados também permitem elevadas reduções no consumo de energia. Cabeza et al. (2014) referem o estudo de Thormark (2000) em

que este autor conclui, que neste caso, se consegue obter uma poupança de energia de cerca de 55%.

A redução de energia será maior quanto maior for a redução dos materiais que têm maior consumo na sua produção. Um material que é muito consumido e que tem um grande impacto é o cimento (Portland), o consumo em termos mundiais é cerca de uma tonelada por habitante por ano. É assim um dos materiais de construção que mais contribui para as emissões poluentes, representando cerca de 5% das emissões de CO₂ nos EUA (Huntzinger & Eatmon, 2009).

Existem estudos que nos fornecem indicações sobre os consumos de energia associados aos materiais de construção e que nos permitem levar a fazer escolhas e optar por materiais com menor energia embebida, mas também é importante fazer uma análise do contributo da solução para o consumo de energia durante a fase de uso, porque esta dura muitos anos, quando a energia embebida só é uma vez (Dixit et al., 2010).

Uma determinada solução construtiva pode ser adequada e ter um baixo consumo de energia num dado local, mas em virtude das condições de clima e dos regulamentos, esta mesma solução pode não ser adequada e ter maiores consumos de energia durante o seu ciclo de vida (Ortiz-Rodríguez et al., 2010).

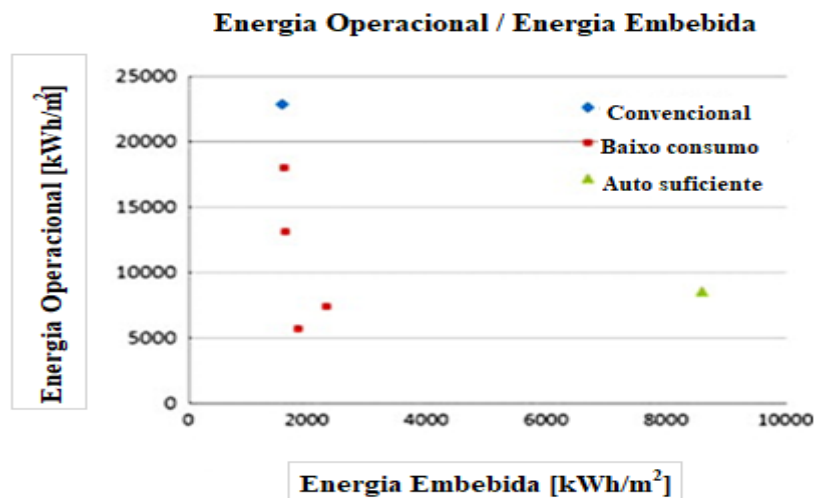


Figura 23 – Comparação de consumos de energia entre diversos tipos de construções (fonte Cabeza et al., 2014)

Sartori & Hestnes (2007) no estudo que apresentam referente a diversos tipos de edifícios associados a diferentes soluções construtivas, edifício solar, edifício passivo, edifício ecológico e edifício energeticamente autosuficiente, referem que o edifício solar se mostrou mais eficiente em termos de uso de energia no ciclo de vida que o edifício ecológico e que a versão normal, mas que o edifício passivo ainda se mostrou mais eficiente que o solar e que o edifício autossuficiente. Apontando como razões para esta

última conclusão a elevada energia embecida no edifício autossuficiente e que o edifício passivo só necessitou de um ligeiro acréscimo na energia embecida. Neste mesmo sentido se pronunciam Ramesh et al. (2010) referindo que o uso de demasiadas soluções que proporcionam baixos consumos de energia podem ser contraproduativos pelo aumento da energia incorporada, como apresentado na figura 23 da página anterior.

Por sua vez algumas soluções de baixo consumo de energia podem ser vistas como soluções não aceitáveis por muitas pessoas, sendo necessário que estas soluções sejam divulgadas e que sejam identificadas as soluções que os compradores estejam disponíveis a aceitar (Cabeza et al., 2013).

No que se refere às soluções construtivas que usam materiais locais, nomeadamente as que se baseiam em soluções construtivas com base na terra, diversos estudos têm sido feitos na comparação destas soluções. Shukla et al. (2009) referem que as construções que têm por base o adobe necessitam de um ligeiro aumento de energia durante a fase de utilização por causa da necessidade manutenção, cujo valor é de cerca de 12% do total de energia embecida, mas que mesmo assim as poupanças de energia se podem situar em cerca de 370 GJ por ano e o período de retorno (*payback*) desta solução em termos de energia é de 1,54 anos, podendo-se também poupar a emissão de cerca de 101 toneladas de CO₂ por ano. Para além destes benefícios usam mão-de-obra local e poucos equipamentos.

Bansal et al. (2014) no estudo que fizeram referem que o uso de blocos de terra comprimidos estabilizados permitem uma redução de cerca de 62% quando comparada com o uso de estruturas em betão. Reddy & Jagadish (2003) verificaram, quando compararam soluções construtivas com blocos de terra comprimidos estabilizados com cimento, blocos de argamassa de cimento e tijolos cerâmicos cozidos, que as soluções que exigiam menos energia eram as de blocos de terra, seguidas das de blocos de argamassa de cimento, sendo que estas tinham cerca de 45% da energia das de tijolos cozidos.

Segundo Morel et al. (2001) para se conseguir construir soluções construtivas que tenham um baixo consumo de energia é necessário que antes de se começar a projetar um edifício se faça um inventário dos materiais existentes no local, assim como das suas características para a seguir se fazer uma seleção dos mesmos e depois se fazer a seleção das soluções construtivas. Também referem que há a necessidade de dar formação aos projetistas e de os laboratórios de engenharia colaborarem na seleção dos materiais fazendo análises e fornecendo indicações sobre os mesmos.

Seyfang (2010) apresenta o caso de algumas soluções de nicho que têm por objetivo promover soluções construtivas e modos de vida associados a menores consumos de energia referindo que estas soluções embora sejam de aplicação local necessitam ser

apoiadas servindo de exemplos que podem inspirar o desenvolvimento de novas comunidades e novas soluções construtivas.

3.5.2.4. LCC – Life Cycle Costing – Custos no Ciclo de Vida (CCV)

O LCC é uma análise que tem por objetivo verificar o custo total económico de um determinado produto tendo em conta todos os custos associados ao mesmo durante as suas diversas etapas da fase de vida, ou seja, durante o seu ciclo total de vida. Para calcular este valor é necessário saber os custos de posse (no caso da construção de um edifício todos os custos até ao início da utilização), utilização, manutenção e, deposição (ou demolição no caso de um edifício). Também é necessário conhecer o período de vida útil dos diversos componentes ou do produto, se os componentes tiverem o mesmo período de vida do produto. Pode ser utilizado para fazer a análise de um edifício ou de partes do mesmo, ou de soluções construtivas que possam ser utilizadas num edifício, permitindo por comparação entre as soluções a escolher a que durante o ciclo de vida seja economicamente mais vantajosa, permitindo assim uma otimização dos custos uma vez que utilizando-se só análises baseadas no custo de construção pode levar a que se escolham soluções menos vantajosas, podendo assim ser utilizada para comparar edifícios, soluções construtivas e outros como consumos (Woodwar, 1997; Kshirsagar et al., 2010; Ristimäki et al., 2013; Cabeza et al., 2014; Islam et al., 2015).

Diversos estudos efetuados têm demonstrado que os custos no período operacional são bastante superiores aos custos existentes até ao início da fase de operação. Wu et al. (2006) referem os estudos de Evans et al. (1998) no qual estes autores verificaram que os custos de operação e de manutenção de edifícios de escritórios referentes à fase operacional podiam ser cinco vezes superiores aos custos iniciais, variando os custos em função das soluções utilizadas.

A utilização do CCV permite comparar soluções construtivas, devendo ser utilizado nas fases iniciais de execução de um projeto, permitindo assim que se façam as escolhas mais adequadas e não aquelas que tendo um custo inicial menor podem ser as mais apelativas, mas que em termos de custos totais no ciclo de vida podem ser as menos aconselháveis (Schade, 2007; Kshirsagar et al. 2010). Isto porque os custos no período operacional podem ser bastante superiores aos custos existentes até ao início da fase de operação. Evans et al. (1998) (apud Wu et al., 2006) referem que os custos de operação e de manutenção de edifícios de escritórios referentes á fases operacionais podiam ser cinco vezes superiores aos custos iniciais, variando os custos em função das soluções utilizadas.

O CCV (Custos no Ciclo de Vida) permite escolher as soluções mais valiosas permitindo uma melhor utilização dos valores monetários, sendo por isso o seu uso

fundamental quando estão em causa os contratos públicos (Heralova, 2017) e também os privados. O uso da CCV permite contribuir para a sustentabilidade da construção porque origina escolhas mais duradouras, com menores consumos durante o ciclo de vida, originando também a escolha de soluções mais ecológicas e que em termos de modelos de análise da sustentabilidade têm classificações mais elevadas (Lansink, 2013; Goh & Sun, 2016).

Wu et al. (2006) apontam como problemas para a fraca implementação da CCV os apresentados por Lindholm & Suomala (2004) que referem a falta de dados fiáveis e a insuficiente colaboração entre os diversos intervenientes e interessados, o problema de falta de métodos reconhecidos, apresentado por Novick (1993), a incerteza associada a dados referentes às necessidades de reabilitação e a inclusão ou não de custos sociais.

Para se elaborar o CCV há que conhecer um conjunto de fatores relacionados com a construção e o funcionamento de um edifício. Esses fatores dizem respeito a: conhecer todos os custos iniciais, nomeadamente, em termos de construção, de financiamento, conceção e outros relacionados com todo o processo de construção e equipamentos existentes no edifício; conhecer o prazo de vida do edifício e dos seus principais componentes, assim como de possíveis alterações que sejam necessárias em virtude de previsíveis alterações regulamentares; estabelecer um plano de como o edifício vai funcionar em termos de utilização, o que vai implicar alguns consumos, nomeadamente em termos de funcionamento dos equipamentos existentes; identificar todos os custos associados (ao modelo e condições de funcionamento) e calcular os mesmos ao preço atual; fazer uma análise das perspetivas de taxas de inflação (embora dependa do modelo que se vá utilizar pode não ser necessário esta taxa) e de rendimento ou de atualização (*yield*) futuras e atualizar os custos e os proveitos em função delas; estimar o valor do edifício no final do período em análise (valor de mercado estimado, valor residual, valor contabilístico), sendo que no caso de haver a necessidade de o demolir há que estimar estes custos, de seguida há que fazer a atualização de todos estes valores, e; somar para se obter o custo atual ou, valor atual líquido taxa interna de rentabilidade, no caso de se estar a trabalhar com proveitos. Após estes levantamentos e cálculos iniciais temos de escolher o modelo, existindo diversos modelos baseados em diferentes abordagens financeiras (Woodwar, 1997; Ristimäki et al., 2013).

Existem diversos métodos de análise financeira que são utilizados para a CCV. Schade (2007) e Kshirsagar et al. (2010) fazem um resumo de diversas propostas de métodos assim como as vantagens e desvantagens de cada um deles, baseando-se em diversos autores. Esses métodos são: o período de retorno, período de retorno com base em valores atualizados, valor atual líquido (VAL), custo anual equivalente, taxa interna de rentabilidade (TIR) e, poupanças líquidas.

O método mais utilizado baseia-se assim no Valor Atual Líquido (VAL), cuja fórmula é dada pela expressão que se apresenta a seguir (Schade, 2007):

$$\text{VAL} = \text{C} + \text{R} - \text{S} + \text{A} + \text{M} + \text{E}$$

Onde: **C** = custos do investimento inicial; **R** = custos de reposição (de materiais e equipamentos que tenham um período de vida útil inferior ao do produto); **S** = valor de venda (depende do produto a analisar podendo ser o valor residual) no final do período em análise; **A** = custos anuais de funcionamento (manutenção e outros exceto energia), **M** = custos não anuais de funcionamento (manutenção e outros exceto energia); **E** = custos anuais de energia.

3.5.3. Vantagens dos modelos de análise da sustentabilidade

Segundo Lützkendorf (2017) os modelos de análise da sustentabilidade têm vantagens em relação aos outros modelos de avaliação ambiental porque permitem dar uma melhor ideia dos efeitos das construções não só em termos de impactos ambientais, mas também em termos de impactos económicos e sociais.

Segundo Cole (1998) os modelos de análise da sustentabilidade permitem:

- Demonstrar aos interessados que o edifício cumpre um conjunto de critérios que o permitem classificar em termos de desempenho ambiental em comparação com médias ou modelos base;
- Demonstrar aos interessados as informações relacionadas com a construção e os custos de manutenção permitindo melhorar a sua capacidade de venda ou de arrendamento, fornecendo também elementos que permitem identificar as futuras necessidades e seus custos associados à reabilitação;
- Fornecer elementos sobre a evolução do desempenho ambiental dos edifícios e do desenvolvimento de bases de dados e de conhecimento para a melhoria deste desempenho, permitindo a competição pela melhoria e por consequência o desenvolvimento de novas soluções com menores impactos ambientais.

Uma das vantagens dos modelos de análise da sustentabilidade é o de permitir contribuir para a melhoria da imagem das construções que são certificadas, permitindo que elas tenham uma melhor reputação no mercado, com maior valor comercial, porque são associadas a menores consumos de energia e de água, melhor qualidade na habitabilidade e, uma vez que têm melhores requisitos que os mínimos exigidos, permitem ter um maior valor de mercado, servindo também para impulsionar o mercado de construções mais sustentáveis que vão influenciar o sector (Ali & Nsairat, 2009; Ameen et al., 2015; Berardi, 2015; Doan et al., 2017).

Os edifícios, para além de serem dos maiores consumidores de energia, são aqueles que maiores potencialidades têm de fazer melhorias e baixar o consumo desta. Neste sentido também os sistemas de análise da sustentabilidade no ambiente construído dão uma maior importância ao consumo de energia quando comparados com outros fatores (Berardi, 2012).

As construções avaliadas pelos MASAC têm geralmente menores consumos de energia, de água e de emissões poluentes, conseguindo assim ter menores custos de utilização e menores impactos ambientais (Zuo & Zhao, 2014).

Doan et al. (2017) referem estudos sobre a diminuição dos consumos de energia dos edifícios certificados pelo BREEAM e LEED e referem que nos edifícios certificados com o BREEAM a diminuição dos consumos se situa entre os 6% e 30% e no LEED entre os 18% e 39%, quando comparados com os edifícios não certificados.

Outra das vantagens dos edifícios certificados pelos MASAC é a melhor qualidade em geral do edifício, nomeadamente, em termos do ambiente interior em relação aos outros, da manutenção, conforto térmico e acústico, permitindo que na fase de conceção sejam requeridos determinados objetivos como o de se atingirem metas que correspondem a determinados níveis de certificação (Crawley & Aho, 1999; Zuo & Zhao, 2014).

Os MASAC permitem contribuir para um desenvolvimento equilibrado em termos de satisfação das necessidades humanas tendo em conta os impactos que estas vão ter no ambiente e por consequência em todas as outras espécies, permitindo assim um aumento da qualidade de vida e um desenvolvimento económico competitivo do local (Ameen et al., 2015).

Os MASAC permitem demonstrar as características ambientais de um edifício, nomeadamente em termos de consumos de recursos como a água, energia, solo e materiais incluídos na sua construção e operação. Também servem de guia base para apoiar a etapa de conceção, permitindo encorajar a criação de construções mais sustentáveis e identificar perante os interessados e o público em geral os edifícios que têm melhores desempenhos e, ser uma ferramenta que permite melhorar as comunicações entre os diversos intervenientes no processo de conceção, construção e utilização dos projetos, essencialmente na fase de conceção (Kajikawa et al., 2011).

Também permitem contribuir para a construção de edifícios que têm menores riscos para a saúde humana e para o ambiente (Sev, 2011). Com a introdução de critérios de análise e de ponderação que dão mais importância a determinados fatores podem ser utilizados para promover uma determinada estratégia de desenvolvimento de mercado, como por exemplo a utilização de sistemas passivos com a consequente diminuição do consumo de energia (Ferreira et al., 2014).

Os sistemas de análise da sustentabilidade no ambiente construído permitem contribuir para o desenvolvimento mais sustentável do sector da construção uma vez que permitem fazer uma análise a um projeto ou construção, considerando todas as fases do seu ciclo de vida, verificando se cumpre os mínimos regulamentares e comparando o desempenho dos seus elementos com um modelo, classificando as melhorias, atribuindo uma classificação final que permite demonstrar a capacidade de melhoria do edifício em termos de contribuir para o desenvolvimento sustentável (Bragança et al., 2010; Berardi, 2015).

A figura 24 faz um resumo do funcionamento e objetivos dos modelos de análise da sustentabilidade com base nos autores referenciados neste trabalho.

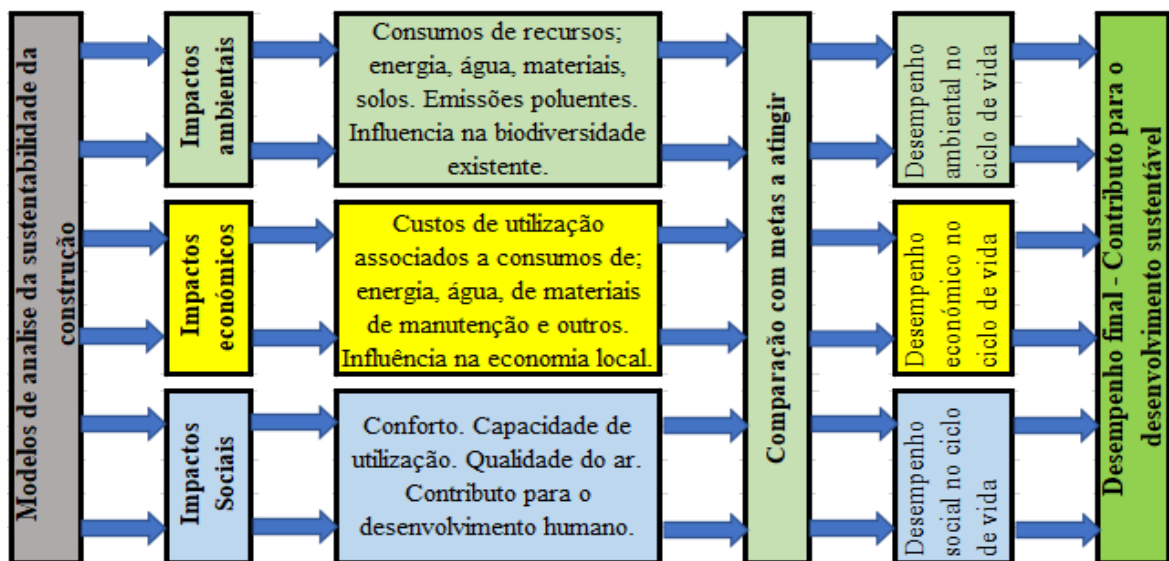


Figura 24 – Funcionamento e objetivos dos modelos de análise da sustentabilidade

Quando usados na fase de planeamento e desde que tenham critérios associados às condições locais, podem servir para o desenvolvimento de determinados objetivos prioritários locais, que podem ser ambientais, económicos e sociais, essencialmente, através de critérios de análise que sejam pré-requisitos (Retzlaff, 2008).

3.5.4. Desvantagens dos modelos de análise da sustentabilidade

A principal desvantagem da utilização dos MASAC diz respeito ao aumento dos custos iniciais, nas primeiras fases do ciclo de vida, desde a fase de projeto até à de construção, sendo que estes custos geralmente aumentam em função das medidas adotadas e que vão influenciar a classificação final. Os aumentos dos custos dizem respeito ao processo de certificação e aos custos da adoção de soluções que têm menores consumos de recursos. Zuo & Zhao (2014) referem que no caso do LEED estes custos podem ser superiores em de cerca de 10% quando se tem por objetivo atingir a classificação máxima (platina), Uğur & Leblebici (2017) também apresentam resultados parecidos

com estes. No entanto quando feita uma análise entre os custos e os benefícios no ciclo de vida, ou uma análise com base em ferramentas financeiras de análise como o valor atual, o valor atual líquido ou a taxa interna de rentabilidade, estas soluções como consomem menores recursos são vantajosas.

Uma das desvantagens referentes à utilização dos principais, MASAC nos PD, como o BREEAM e LEED é que eles têm poucos critérios de análise relacionados com fatores económicos e culturais baseando-se maioritariamente na análise de fatores ambientais, tendo sido desenvolvidos para um determinado contexto (Ameen et al., 2015).

Um problema com os MASAC é que devido à sua elaboração com base numa dada região e sujeitos a determinados condicionantes regulamentares, assim como os diferentes esquemas de avaliação, a comparação entre as pontuações obtidas por uma determinada construção avaliada segundo os diferentes modelos, geralmente não é possível, podendo uma construção obter valores diferentes em função dos modelos. Para além disso geralmente não incluem os aspetos financeiros ou a avaliação financeira das soluções utilizadas na construção de um empreendimento (Kajikawa et al., 2011; Lee, 2013). Wallhagen & Glaumann (2011) referem que em virtude de os modelos terem diferentes abordagens influenciam o desenvolvimento das soluções construtivas de diferentes maneiras, não há consensos de como definir o que é um edifício sustentável e de como medir esta sustentabilidade.

3.5.5. Tipos de modelos de análise da sustentabilidade nos edifícios

Lützkendorf. & Lorenz (2006) apresentam uma extensa divisão de tipos MASAC baseada na classificação feita pela IEA (International Energy Agency- 2004), referindo que estes podem ser classificados: em função do seu âmbito de aplicação conforme os pilares da sustentabilidade, ou seja se tem por finalidade uma análise ambiental, económica ou social, ou se utilizam uma análise conjunta; em função das etapas do ciclo de vida em que se aplicam, ou se se aplicam a todo o ciclo de vida; se são ferramentas que se integram com os programas informáticos de desenho, permitem fazer cálculos e ajudar na escolha de soluções; se se baseiam em sistemas que usam metodologias de avaliação qualitativas, quantitativas ou mistas; que nível de detalhe fornecem através da avaliação final; do seu objetivo final que pode ser uma certificação ou se é um mero guia que orienta o desenvolvimento do produto e, em função do seu campo de aplicação, ou seja a que tipo de construções ou empreendimentos.

Segundo Forsberg & Malmberg (2004) os MASAC podem ser divididos em três tipos: aqueles que utilizam metodologias de análise que têm por objetivo fazer uma análise quantitativa, verificando por exemplo os consumos, as emissões poluentes e outros, análises geralmente baseadas em LCA, que exigem bases de dados ou o conhecimento

dos fluxos para se poder fazer a quantificação; aqueles que têm por objetivo fazer uma análise qualitativa, comparando com soluções padrão e avaliando a posição da solução analisada em termos de melhoria, atribuindo-lhe um valor, e; aqueles que usam na sua avaliação alguns aspetos quantitativos e outros qualitativos, dizendo respeito os quantitativos aos consumos e baseados em base de dados reconhecidas. Estes mesmos autores referem que há vantagens na utilização dos métodos quantitativos, mas que estes precisam ser desenvolvidos e que precisam de incluir os aspetos económicos e sociais.

UN-HABITAT (2017) refere a classificação dos MASAC feita por Hastings & Wall (2007) no qual estes autores classificam estes modelos: naqueles que se baseiam na análise da energia total da construção, fazendo especial menção à energia necessária à utilização; naqueles que se baseiam na análise de ciclo de vida, que dão importância maior aos aspetos ambientais, e; naqueles que usam os pilares da sustentabilidade, ou seja em termos ambientais, económicos e sociais como base da análise. Como exemplo dos primeiros temos *Passivhaus* e NABERS e dos últimos os modelos que surgiram com o BREEAM.

Os modelos de análise da sustentabilidade baseados na análise do ciclo de vida são difíceis de utilizar, porque a construção de um edifício baseia-se na incorporação de um conjunto grande de componentes ou produtos feitos por diversos intervenientes, segundo um projeto que tem características únicas e num local sujeito a condicionantes também únicos. Estes produtos ou componentes têm muitas vezes diferentes prazos de vida útil, incluídos em edifícios também com possíveis diferentes prazos de vida útil, sendo que para se fazer a análise do ciclo de vida de todos estes componentes, daria muito trabalho e demoraria muito tempo, com elevados custos, para além disso as bases de dados com os elementos para a análise são baseadas em dados de regiões que poderão não fornecer uma avaliação correta para outros locais (Bragança et al., 2010; Berardi, 2015).

A complexidade da análise da sustentabilidade de um edifício feita com base na LCA torna o processo demasiado complicado para os PD, sendo que estes países são os que estão menos avançados em termos da existência de bases de dados e de modelos de análise da sustentabilidade no ambiente construído. Para além disso podem não ter em conta os aspetos económicos e sociais que são importantes nestes países (Berardi, 2015).

Os MASAC baseiam-se geralmente em critérios que recorrem a análises quantitativas baseadas na LCA, essencialmente para quantificar os consumos de recursos e os impactos que estes têm, sendo essencialmente úteis para a fase de decisão das soluções construtivas a utilizar e em critérios qualitativos que permitem fazer a comparação com as melhores práticas a atingir. Sendo exemplo disso modelos como o BREEAM, LEED

e outros, (Assefa et al., 2007; Andrade & Bragança, 2016). Lützkendorf & Lorenz (2006) referem que os promotores preferem modelos baseados em critérios qualitativos que permitem utilizar os indicadores como fatores de promoção das vantagens do empreendimento, mas não permitem apresentar aos seus proprietários ou utilizadores a quantificação dos impactos.

Existem modelos de análise da sustentabilidade que permitem fazer a seleção de alguns critérios que podem ser utilizados ou não dependendo das condições locais. No entanto, segundo Todd et al. (2001) quando existe a possibilidade de seleção de critérios de análise, na avaliação de um empreendimento pode existir a exclusão dos fatores que sejam mais negativos aquele empreendimento.

3.5.6. Evolução dos modelos de análise da sustentabilidade

Doan et al. (2017) apresentam a influência do BREEAM no desenvolvimento de modelos posteriores, referindo o estudo feito por Mao et al. (2009), apresentando um esquema das relações entre alguns dos principais modelos, com apresentado na figura abaixo, assim o primeiro modelo o BREEAM acabou por influenciar os outros, de uma maneira direta ou indireta, como apresentado na figura 25.

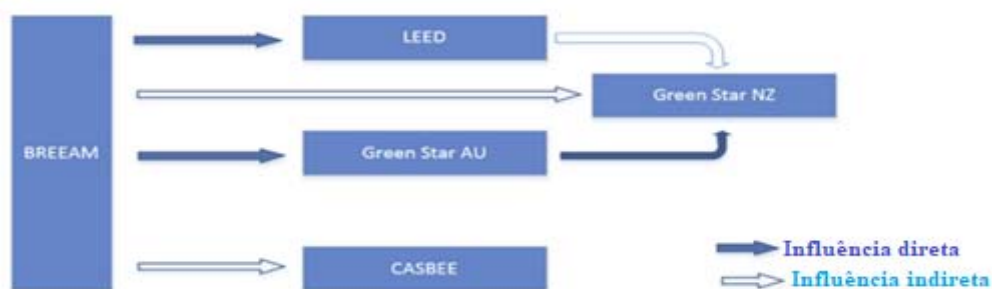


Figura 25 – A influência do BREEAM em alguns modelos de análise (fonte Doan et al., 2017)

Reed et al. (2009) referem que muitos dos modelos de análise da sustentabilidade no ambiente construído têm origem em modelos iniciais como BREEAM e LEED e foram adaptados tendo em vista os contextos locais e que o objetivo destes modelos é o de permitir uma comparação dos edifícios permitindo aos interessados verificar quais os mais vantajosos em termos de sustentabilidade e, por consequência, em termos de custos no ciclo de vida, verificando assim quais são os mais valiosos em termos económicos. Estes mesmos autores ao fazerem a comparação entre sistemas referem que eles não são comparáveis em virtude de obedecerem aos regulamentos existentes nos países de origem e que, por exemplo, os regulamentos a que obedece o LEED (USA) são menos rigorosos que os regulamentos do BREEAM (UK) (figura 26 da página seguinte).

EXCELLENT			
VERY GOOD	PLATINUM	SIX STARS	
		FIVE STARS	S
GOOD	GOLD	FOUR STARS	A
	SILVER	THREE STARS	B+
PASS		TWO STARS	B-
	CERTIFIED	ONE STAR	C
BREEAM	LEED	Green Star	CASBEE

Figura 26 – Comparação do desempenho de modelos de análise da sustentabilidade (fonte Reed et al., 2009)

Fastofski et al. (2017) referem que os modelos de análise da sustentabilidade no ambiente construído permitem ser uma ferramenta de apoio aos projetistas, construtores e promotores porque permitem ser um guia que informa sobre que possíveis critérios adotar para se poder construir um edifício que contribua para o desenvolvimento sustentável.

Um exemplo de um sistema de avaliação da sustentabilidade no ambiente construído que foi desenvolvido procurando integrar os melhores conceitos associados ao BREEAM e LEED e que pode ser aplicado nas diversas fases de um empreendimento é sistema português LiderA, que permite dar indicações aos projetistas nas diversas fases, desde a fase de execução do plano, passando pelos programas (preliminar e base), pelas fases de projeto e licenciamento, pela de construção e operação, sendo também utilizado em estudos no meio académico e servir de influência para outros MASAC (Guedes et al., 2009; Pereira et al., 2013; Almeida et al., 2018).

Haapio & Viitaniemi (2008) dizem que devido à variedade de modelos e finalidades existe a necessidade de se fazerem escolhas para se seleccionar o modelo que mais se adequa ao fim para o qual estamos a analisar a sustentabilidade.

3.5.7. Modelos de análise da sustentabilidade e os PD

Os principais MASAC foram criados nos países mais desenvolvidos essencialmente com base em preocupações ambientais, às quais geralmente dão mais importância em relação aos aspetos económicos e sociais, uma vez que seguem orientações da Agenda 21 para a Construção Sustentável que foi elaborada mais baseada nas necessidades de a construção diminuir os impactos ambientais nos países desenvolvidos e que pretende ser um guia de orientação de outros modelos. No entanto nos PD há a necessidade de ter em conta os aspetos económicos e sociais em virtude da necessidade de desenvolvimento destes mesmos países. Nesse sentido foi criada a Agenda 21 para a Construção

Sustentável nos Países em Vias de Desenvolvimento, cujo principal foco são os problemas da pobreza e subdesenvolvimento que devem ser tratados de igual modo que os problemas ambientais, devendo a construção contribuir para a resolução destes problemas (Sjostrom & Bakens, 1999; du Plessis, 2007; Ali & Nsairat, 2009).

Para Dammann & Elle (2006) os MASAC têm de ter um destinatário, ser adequados aos interessados, uma vez que têm de ser importantes para eles, tendo que os critérios de análise e os sistemas de avaliação serem adequados aos destinatários e à capacidade de conhecimento destes e do meio onde estes se inserem.

Segundo Kajikawa et al. (2011) os MASAC podem incluir diversos fatores que podem contribuir para solucionar problemas relacionados com desenvolvimento de objetivos locais, como por exemplo; o uso sustentável de recursos, biodiversidade, melhorar as condições de saúde, reduzir a pobreza, melhorar as condições das povoações rurais e outros. Para isso deve existir a possibilidade de serem feitas escolhas baseadas nas prioridades locais.

Para Todd & Geissler (1999) os MASAC devem poder assimilar as diferenças regionais de modo a que os seus critérios de avaliação estejam adequados à realidade local em termos de potencialidades dos recursos e da capacidade ambiental, de possibilidades económicas e de aceitação social que levem a que os potenciais utilizadores se interessem pelo sistema, tornando-o assim apetecível e exequível a ser utilizado nessa região.

Sev (2011) diz que existem dificuldades na aplicação dos MASAC criados nos países desenvolvidos em serem aplicados nos PD devido ao fraco poder deles contribuírem para a resolução dos problemas económicos e sociais existentes nestes, devendo os critérios a avaliar existentes nos MASAC refletirem as condições existentes localmente. Também diz que nos PD geralmente não existem condições para o mercado poder fornecer os materiais e produtos que são incorporados nas construções mais sustentáveis exigidas pelos MASAC desenvolvidos nos países mais evoluídos.

Libovich (2005) refere que há vantagens na utilização dos modelos criados nos países mais desenvolvidos serem usados nos PD uma vez, que estes se baseiam em conhecimentos já desenvolvidos, utilizam padrões internacionais e já são reconhecidos, sendo, no entanto, necessário que sejam adaptados às condições locais. Todd & Geissler (1999) dizem que há muitas vantagens na adaptação de modelos internacionais já existentes por que estes são um ponto de partida que já foi testado e que evoluíram, têm uma base de dados em que utilizam programas já testados, que os critérios base que estes modelos têm são uma base que fomenta a discussão para adaptação local e que os impactos ambientais não têm fronteiras havendo assim que pensar não só em termos locais, mas também em termos globais.

Os modelos de análise da sustentabilidade destinados aos PD devem ser uma ferramenta que permita demonstrar o desempenho do edificado em termos dos pilares da sustentabilidade e devem ter como principais características (Todd & Geissler, 1999; du Plessis, 2001; Ali & Nsairat, 2009):

- Em termos ambientais - a localização tendo em conta as características existentes dos ecossistemas e das fragilidades destes que possam colocar em causa as populações e o ambiente, as possibilidades de existência de recursos disponíveis, nomeadamente, em termos de água e materiais, as cargas e emissões poluentes, os resíduos, os consumos de energia, a qualidade ambiental existente no local, o clima e outros fatores naturais que vão influenciar a qualidade do ar e outros que influenciam a qualidade de vida;
- Em termos económicos - devem contribuir para a identificação dos objetivos e metas locais e para o desenvolvimento de estratégias que as atinjam; os custos, incluindo os de operação, durabilidade, adaptabilidade e manutenção; impactos no desenvolvimento económico local através da formação de pequenas empresas, autoemprego, ou a capacidade de promover emprego local e; impacto nos preços locais;
- Em termos sociais - devem ser baseados nos regulamentos e conhecimentos e práticas existentes no local; incluir o conforto, a saúde e segurança, a qualidade ambiental, o acesso, a participação e controlo; os custos, incluindo os de operação, durabilidade, adaptabilidade e manutenção; cultura; a formação com a transferência de conhecimento para as populações locais.

Du Plessis (2001) diz que os principais fatores a ter em conta no caso do continente africano são a redução da pobreza e a escassez de recursos. Quanto à questão dos recursos aponta o caso do solo agrícola e da água. Fazendo especial referência ao caso dos solos com boas capacidades agrícolas que são poucos, sendo que África é o continente que tem menores valores de solo agrícola por habitante. Na questão da água esta está geograficamente muito mal distribuída pelo continente e existe muita falta de água potável para as populações, havendo também uma forte redução das reservas associadas aos recursos existentes que têm levado a que exista uma diminuição destes recursos e também das áreas de terrenos agrícolas e de floresta com as consequentes perdas de produção agrícola e de biomassa. Refere que em África há que promover um desenvolvimento urbano sustentável, devendo ser essa a principal estratégia da construção sustentável que deve ter em conta os aspetos económicos e sociais.

Du Plessis et al. (2003) apresentam como alguns fatores a ter em conta, para o caso da África do Sul, a criação de edifícios que sejam autossuficientes em termos de energia com a inclusão nos mesmos de energias renováveis, devendo também eles usarem soluções que permitam ter baixos consumos de energia durante as diversas fases do seu

ciclo de vida (energia embecida e operacional), que utilizem materiais que possam ser reciclados e reutilizados ou que já tenham sido utilizados.

A tabela 4 faz um resumo das diferenças entre os modelos de análise da sustentabilidade da construção destinados aos países desenvolvidos e em desenvolvimento, com as diferenças apresentadas pelos autores anteriormente referenciados e outros que estudaram este tema.

Tabela 4 - Diferenças nos modelos de análise da sustentabilidade dirigidos aos países desenvolvidos e em desenvolvimento

	Objetivos principais	Objetivos secundários	Resultado
Países desenvolvidos	Redução do consumo dos recursos (ambientais). Qualidade do ambiente construído (económicos e sociais).	Reduzir o consumo dos recursos, reutilizar os recursos, usar recursos recicláveis, proteger a natureza, eliminar produtos tóxicos e, basear-se na análise do custo do ciclo de vida, contribuir para a qualidade do ambiente construído e promover a sustentabilidade económica (Kibert, 2008; Ross et al., 2010; Roufechaei et al., 2014)	Demonstrar aos interessados que o edifício tem um determinado desempenho ambiental, determinado custo de utilização e manutenção e, permite uma determinada qualidade de vida (Cole, 1998).
Países em vias de desenvolvimento	Redução do consumo dos recursos (ambientais). Redução dos problemas económicos e sociais (Sjostrom & Bakens, 1999; du Plessis, 2007; Ali & Nsairat, 2009; Sev, 2011).	Uso sustentável de recursos, biodiversidade, melhorar as condições de saúde, reduzir a pobreza, melhorar as condições das povoações locais. Diminuição dos custos de construção e manutenção, uso de materiais locais, promoção de emprego, conforto, saúde, segurança (Todd & Geissler, 1999; du Plessis, 2001; Ali & Nsairat, 2009).	Demonstrar aos interessados que o edifício tem um determinado desempenho ambiental, determinado custo de utilização e manutenção e, permite uma determinada qualidade de vida e contribui para o desenvolvimento económico e social local (Cole, 1998; Kajikawa et al., 2011).

3.5.8. Constituição dos modelos de análise da sustentabilidade do ambiente construído

Os MASAC são constituídos por um conjunto de categorias que incluem diversos critérios, cada critério fica sujeito a determinadas condições de avaliação do seu desempenho, obtendo assim uma determinada pontuação, que é um indicador do seu desempenho. A pontuação final dos critérios desta categoria é somada e pode ser multiplicada por um fator de ponderação que demonstra a importância da categoria para a obtenção dos objetivos da sustentabilidade. Nem todos os modelos têm este fator de ponderação, como por exemplo o LEED. Posteriormente as diversas categorias são somadas e dá o resultado final da avaliação (Sev, 2011; Ferreira et al., 2014), como apresentado na figura 27 da página seguinte.

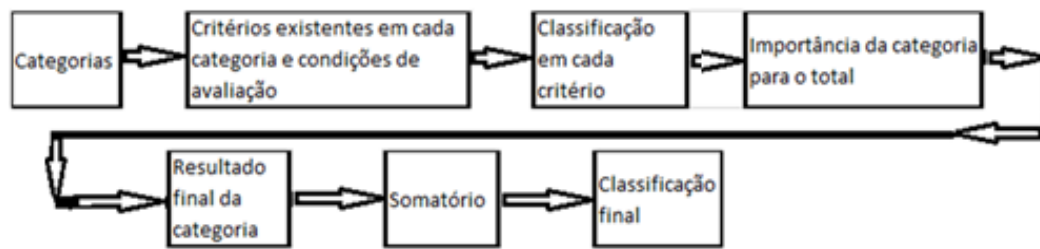


Figura 27 – Esquema de um modelo de análise da sustentabilidade (adaptado de Sev, 2011)

Os MASAC avaliam cada critério comparando com um valor base que geralmente corresponde ao que em média se faz no mercado, sendo a classificação atribuída em função das melhorias em relação a este valor base. Para demonstrar junto de todos os interessados o resultado final é atribuído um título que manifesta a melhoria existente em relação ao valor base. Cada modelo tem o seu sistema final de demonstrar a sustentabilidade do empreendimento e também os níveis de classificação em relação à base.

3.6. Conclusões

O desenvolvimento sustentável tem de ser baseado num movimento social que integre todos os setores de atividade, sendo que a construção é um dos mais importantes no contributo que pode dar para este desenvolvimento devido ao elevado consumo de recursos nas fases de construção e utilização, sendo que nos PD também pode contribuir para a diminuição de problemas económicos e sociais, para além da possível resolução de problemas ambientais. Pode também, o desenvolvimento sustentável dar um contributo para a resolução dos problemas da habitação social nos PD, com a utilização de soluções que contribuam para a redução de problemas que afetam as populações que necessitam de apoio para terem um habitação condigna, com estratégias que promovam o desenvolvimento económico e social destas famílias e que aproveitem os recursos naturais e culturais existentes, promovendo também construções que tenham baixos consumos de recursos durante a fase de construção e de utilização, libertando meios para que as populações tenham recursos para outras finalidades, melhorando assim a sua qualidade de vida e possibilidade de inclusão social.

É necessário utilizar ferramentas de apoio da análise da sustentabilidade da construção desde as fases iniciais dos projetos, porque permitem ser uma fonte de orientação para adoção de soluções construtivas e de desenvolvimento mais sustentável, devendo, no entanto, estas ferramentas serem adequadas aos PD onde vão ser aplicadas, porque as que foram criadas nos países mais desenvolvidos têm geralmente com fatores mais importantes para a análise os ambientais, que são os mais importantes para estes países, no entanto, os PD têm geralmente diferentes prioridades, sendo necessário um desenvolvimento económico e social tendo em conta os aspetos ambientais. Nos PD é necessário melhorar as condições de vida da maior parte da população, com desenvolvimento atual e futuro que influencie as gerações atuais e as futuras,

com tecnologias adaptadas às suas necessidades e aos recursos existente que favoreçam a equidade social e diminuam as desigualdades sociais (du Plessis et al., 2002).

A tabela 5 faz-se um resumo das principais soluções apresentadas por diversos autores.

Tabela 5 – Sustentabilidade na construção

Sustentabilidade na construção+B8:C12	
Desenvolvimento sustentável	O desenvolvimento sustentável tem de estar suportado num movimento social, baseado em entidades individuais e coletivas, numa conduta ética que tenha em conta os aspetos ambientais, económicos e sociais (Bentivegna et al., 2002; Kates et al., 2005; Hugé et al., 2013). Depende das tecnologias, sendo necessário tecnologias que não usem tão intensivamente os recursos, diminuam a poluição, que favoreçam a equidade social e tenham em conta os aspetos económicos e sociais e melhor conhecimento da interação entre o homem e o ambiente e das potencialidades destes (Gibberd, 2003; du Plessis, 2007; Mihelci et al., 2008). Nos PD é importante a redução da pobreza e das desigualdades sociais, ou seja, ter em conta os aspetos económicos e sociais (du Plessis, 2001; du Plessis et al., 2002; Berardi, 2015).
Construção sustentável	Repensar a maneira como se desenvolvem as soluções construtivas adotando soluções mais simples e menos consumidoras de recurso (Kohler, 1999). Adotando os princípios da redução, da reutilização e da reciclagem do consumo dos recursos em termos de recursos naturais e na ocupação do solo, não contribuindo para a diminuição da biodiversidade, dando preferência a recursos renováveis em vez dos não renováveis e a soluções que consumam menos recursos durante todo o ciclo de vida, optando por soluções passivas ou energeticamente autosuficientes (Hill & Bowen, 1997; Ding, 2008; Lausten, 2008). Tem como princípios base diminuir o consumo dos recursos, maximizar o uso dos recursos, usar recursos renováveis e recicláveis, proteger o ambiente natural, criar ambientes saudáveis, contribuir para a qualidade do ambiente construído e promover o desenvolvimento socioeconómico sustentável (Kibert, 2008; Ross et al., 2010; Roufechaei et al., 2014). Os edifícios precisam de contribuir para a diminuição dos efeitos das alterações climáticas reduzindo a emissão de gases de efeito de estufa e estando preparados para os possíveis efeitos destas (du Plessis et al., 2003; Kwok & Rajkovich, 2010; Yiping et al., 2010; UN-HABITAT, 2011; Roux et al., 2016)
Sustentabilidade na construção nos PD	Objetivos da sustentabilidade dos PD são; acesso uma habitação adequada, à posse do solo, aos serviços públicos em termos de equipamentos sociais adequados, ao apoio financeiro se for necessário, às tecnologias de informação e comunicação, a uma educação adequada ao desenvolvimento pessoal sustentável, o acesso à saúde e segurança e à participação nos processos e decisões que interfiram com as populações, os recursos sejam distribuídos mais equitativamente e de tal modo que perdurem para as gerações futuras(Gibberd, 2005). Com a salvaguarda das tradições culturais e artesanais (Kohler, 1999), utilização de mão-de-obra intensiva (Imbert, 1990; Hillebrandt, 2011), materiais e tecnologias locais, com o aperfeiçoamento destas e a divulgação das mesmas, longa duração (Ngowi, 1997; du Plessis et al., 2002; Pereira & Guedes, 2010). A conceção deve começar por um inventário dos materiais locais (Morel et al., 2001).
Modelos de análise da sustentabilidade para os PD	As construções mais sustentáveis necessitam de ferramentas que permitam a todos os intervenientes no processo construtivo analisarem as possíveis soluções e os possam orientar para uma construção mais sustentável (Cole, 1999; Pinheiro 2010; Sev, 2011). Devido à grande variedade de modelos e finalidades existe a necessidade de se fazerem escolhas para se seleccionar o modelo que mais se adequa ao fim para o qual estamos a analisar a sustentabilidade (Haapio & Viitaniemi, 2008). Os modelos têm diferentes abordagens e influenciam o desenvolvimento das soluções construtivas de diferentes maneiras (Wallhagen & Glaumann, 2011). O principal foco nos PD são os problemas da pobreza e subdesenvolvimento que devem ser tratados de igual modo que os problemas ambientais, devendo a construção contribuir para a resolução destes problemas, devendo os MASAC contribuir para a diminuição destes problemas (Sjostrom & Bakens, 1999; du Plessis et al., 2002; du Plessis, 2007; Ali & Nsairat, 2009).

Os desafios que esta sustentabilidade assume, ganha especial dimensão nas zonas periurbanas e rurais dos PD, que se aborda no capítulo quatro a seguir.

4. Habitação social rural e periurbana sustentável nos países em vias de desenvolvimento

O objetivo deste capítulo é efetuar a revisão bibliográfica sobre o planeamento da habitação social sustentável, de algumas das soluções sustentáveis adequadas às zonas periurbanas e rurais para o tratamento de efluentes, resíduos e água, assim como soluções para o aproveitamento das energias renováveis. A estrutura deste capítulo é apresentada na figura 28.

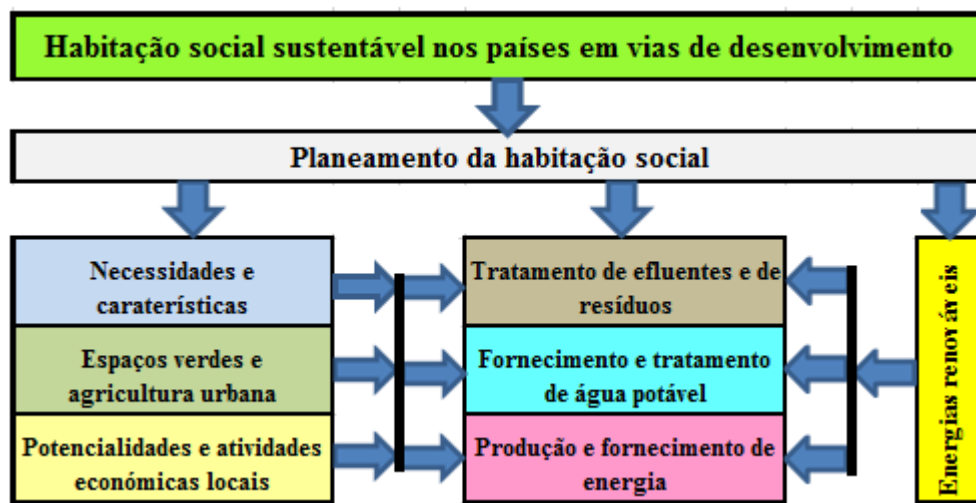


Figura 28 – Desenvolvimento do quarto capítulo

4.1. Planeamento da habitação social sustentável

4.1.1. Necessidade de planeamento e características da habitação social

Uma habitação é mais que um bem físico que fornece um lugar para habitar, é também um contributo para o bem-estar físico, social, cultural, psicológico e económico de uma família, porque sendo um lar, permite que os elementos deste tenham aspirações sociais e culturais, ou ser um fator limitador destas mesmas aspirações (Ilesanmi, 2011). Para que isso não aconteça, as características da habitação devem ser adequadas às populações a que se destinam, tendo em conta os hábitos das populações e as suas capacidades financeiras, de modo a que os custos de operação e manutenção sejam adequados às capacidades financeiras das populações e que estas se identifiquem com as mesmas e os locais onde elas estão instaladas, deve permitir contribuir para a melhoria da qualidade de vida e de rendimento das populações (Govender et al., 2011).

Como a habitação social destina-se a promover a satisfação das populações que têm menores recursos e maiores dificuldades em aceder a eles há a necessidade de efetuar o seu planeamento estimando as necessidades de habitação e as suas características, de infraestruturas como escolas, serviços de saúde, redes de abastecimento de água, de tratamento de esgotos, redes de energia e de verificar as potencialidades económicas existentes no local ou nas proximidades. Como se trata de um bem físico, assente no solo, precisa deste e também de materiais, equipamentos, mão-de-obra (especializada e não especializada) e de fundos financeiros (Collier & Venables, 2013).

As zonas urbanas têm economias de escala que as tornam mais atrativas, mas também têm um maior consumo de recursos, exigindo infraestruturas adequadas para evitar a diminuição da qualidade de vida, o que nem sempre acontece essencialmente nos PD (Madlener & Sunak, 2011). As cidades crescem invadindo zonas periféricas que eram rurais, afetando a biodiversidade e os ecossistemas existentes, diminuindo a qualidade da água e do ar, ocupando terrenos férteis, criando microclimas que muitas vezes prejudicam a qualidade de vida dos seres vivos (Jabareen, 2006), ficando assim as populações sem acesso a um conjunto de bens e serviços como: água potável, energia, saneamento, drenagem de águas pluviais, escolas, serviços de saúde, recolha e tratamento de resíduos, arruamentos e outros equipamentos (Ibem, 2009). A falta de infraestruturas adequadas pode criar problemas de saúde pública, económicos e sociais, representando um elevado encargo para as populações, limitando o desenvolvimento de um país, podendo custar entre 1% a 7% do PIB (Capps et al., 2016).

Para que isso não aconteça a habitação social deve ser baseada em estratégias de planeamento urbano que promovam a coesão e inclusão social, o desenvolvimento económico e a proteção ambiental (Habitat III apud Amann & Juraszovich, 2017). Por sua vez o planeamento mal feito, baseado numa perspetiva tradicional, que não tenha em conta as necessidades das populações e fornecer oportunidades de desenvolvimento, contribui para a pobreza e marginalização das classes mais desfavorecidas, empurrando-as para as periferias, que muitas vezes não têm planos nem estratégias de desenvolvimento (Watson, 2009).

Estes planos rurais são importantes na promoção do desenvolvimento socioeconómico fornecendo um importante contributo para o desenvolvimento sustentável (van Lier, 1998). Nos PD as estratégias regionais de planeamento devem-se basear na reforma da posse das terras e no desenvolvimento futuro da economia local (Souza & Silva, 2011). A falta de planeamento (o planeamento informal) contribui para a existência das desigualdades socioeconómicas e para o aproveitamento ineficiente dos solos (Zhao, 2016).

A terra (solo) é um recurso finito do qual o ser humano depende. Os solos têm diferentes características e potencialidades, sendo uma das mais importantes a que permite ao homem e aos outros seres vivos terrestres o fornecimento de local para viver e criar ou recolher produtos para a alimentação. O planeamento deve assim identificar as potencialidades dos solos, orientar a sua ocupação em termos de atividades que nele se podem executar, como sejam, a utilização com fins urbanos, industriais, de preservação da natureza, rurais onde se inclui agricultura e floresta, com o objetivo de preservar o principal tipo de recurso que cada solo tem num determinado local (FAO 1993a).

Amado et al. (2011) referem que o planeamento urbano tem por objetivo procurar melhorar a qualidade de vida, fornecendo orientações para a satisfação das necessidades humanas em termos de lugares para viver, trabalhar, recrear e equipamentos sociais necessários, como escolas, relacionados com a saúde, segurança, cultura, desportos, tratamento de água e de esgotos e outros e, também a segurança alimentar, para isso há que ter em consideração os aspetos da sustentabilidade em todas as atividades do planeamento devendo assim estar implícito o princípio de que os recursos são escassos e as ações que se tomam com a ocupação do solo são irreversíveis.

O planeamento sustentável deve definir os usos dos espaços aproveitando os recursos e as potencialidades neles existentes (Magigi & Drescher, 2010). Estratégias de planeamento e desenho urbano que aproveitem as condições climáticas e morfológicas favoráveis existentes no local ou que mitiguem as desfavoráveis para criar condições de habitabilidade, através dos esquemas de implantação de ruas, orientação dos edifícios, arborização, parques, locais com água e outros que existam localmente e que possam contribuir para a criação de condições habitabilidade e circulação nas ruas, permitem reduzir os consumos (de energia em cerca de 10%) e melhorar a qualidade de vida urbana (diferenças de temperatura de 4°C) (Jabareen, 2006, Gago et al., 2013). Podendo assim reduzir-se o efeito da ilha de calor com o aproveitamento da circulação dos ventos, a existência e localização adequada das áreas verdes e a utilização de cores claras (Fintikakis et al., 2011; Perini & Magliocco, 2014). Em termos de habitação social para que estas condições sejam satisfeitas existe a necessidade de planear os locais e da compra ou reserva de terrenos para esse efeito (Bredenoord & van Lindert, 2010a e 2010b).

O planeamento sustentável deve-se basear na gestão dos recursos naturais ao mesmo tempo que procura fornecer ao homem um local para habitar, trabalhar e se recrear, tendo em conta os aspetos ambientais, sociais e económicos existentes no local, tendo por objetivo o desenvolvimento local com a diminuição da pobreza, isso exige um processo participativo com a inclusão dos diferentes intervenientes, que se tenham em

conta as necessidades das populações locais e se promovam as suas capacidades com base nos recursos existentes e, se mantenha a biodiversidade protegendo ao mesmo tempo a integridade ecológica (Todes, 2004), devendo as autoridades serem envolvidas porque são as que conhecem melhor as necessidades (Brugmann, 1996).

Para se fazer o planeamento há a necessidade de fazer um levantamento para identificar as potencialidades e os possíveis problemas existentes, identificar e prever cenários de possíveis evoluções futuras tendo em conta os possíveis impactos ambientais, económicos e sociais e, tomar decisões definindo objetivos que tenham em conta o uso eficiente e sustentado dos recursos na regulação das atividades humanas que se podem fazer num determinado local (Rakodi, 2001), tendo em conta os aspetos culturais e sociais das populações (Chandel et al., 2016), procurando analisar o metabolismo que vai existir nas zonas urbanas e procurar que estas se aproximem de um sistema natural autossuficiente (Chrysoulakis et al., 2013).

Após o levantamento inicial determinam-se os pontos fortes e pontos fracos, as oportunidades e as ameaças para se elaborar uma matriz SWOT que vai ajudar a definir possíveis estratégias para o planeamento. Para determinar estes fatores Amado et al. (2011) referem que se podem colocar perguntas base que ajudam a determinar cada um destes fatores para a matriz SWOT. Assim para: os pontos fortes indicam como perguntas possíveis as relacionadas com as vantagens, que é melhor e funciona melhor; para os pontos fracos, quais são os problemas e o que está mal; em termos de oportunidades, quais as oportunidades existentes e seu possível aproveitamento e desenvolvimento futuro, e; em termos de ameaças quais são as dificuldades existentes e as que podem surgir e como podem evoluir.

A população nas zonas urbanas (periurbanas) têm aumentado com necessidade de crescimento de emprego, mas a taxa de crescimento do emprego é geralmente menor que a do crescimento da população (Nugent, 2000), criando-se assim condições de pobreza urbana que origina má nutrição, associado a esta e à má nutrição também estão a falta de cuidados adequados de saúde, más condições ambientais e a formação sobre a preparação dos alimentos e necessidades alimentares (Ramakrishnan & Huffman, 2008). O acesso a fontes alternativas de alimentos, como existe muitas vezes nas regiões rurais, torna-se mais difícil para as populações de menores rendimentos, entre estas as mais afetadas são as crianças, grávidas e mães a amamentar (FAO, 2008; Godfray, 2012, Orsini et al., 2013), o que cria a necessidade de repensar os sistemas de fornecimento de alimentos a estas zonas urbanas (Orsini et al., 2013; Ackerman et al., 2014; de Bon, 2014; Koscica, 2014).

Uma das maneiras de contribuir para este desenvolvimento sustentável é o de incluir no planeamento zonas verdes, no exterior dos lotes de habitação ou no interior dos

mesmos, para criar jardins ou pequenas hortas, com plantas que permitam contribuir para a segurança alimentar das populações, podendo assim ao mesmo tempo fazer-se o tratamento e a reutilização de efluentes e também melhorar as características termo-higrométricas e visuais do ambiente exterior nas zonas urbanas, até porque se espera que devido às alterações climáticas haja um aumento da insegurança alimentar, que se fará sentir essencialmente nos PD com especial incidência em África (UN-HABITAT, 2011). Para além disso nos PD as atividades económicas são muitas vezes informais e feitas junto às habitações, sendo necessário ter isso em conta no planeamento dos lotes e nos projetos de habitação (Madlener & Sunak, 2011).

O planeamento também deve incluir as necessidades de água e de energia, baseadas nas energias renováveis, como a solar, hídrica, eólica, biomassa e possíveis derivados desta e de compostos orgânicos como o biogás, promovendo também o uso de soluções construtivas a nível do edificado e do bairro que permitam uma melhor eficiência energética; na água utilizar sistemas de gestão que promovam a separação em funções como a doméstica, rega, fins industriais e utilizando sistemas que minimizem os consumos e que promovam a reutilização (Madlener & Sunak, 2011; Chrysoulakis et al., 2013).

De acordo com diversos autores como Mehta & Bridwell (2005), Bredenoord & van Lindert, (2010a, 2010b), LBJ (2010) e UN-HABITAT (2011), um projeto de habitação deve basear-se nas características locais na opinião das partes interessadas, devendo incluir: o acesso à água potável, em condições regulares de fornecimento e de acordo com parâmetros de qualidade aceitáveis; o uso de soluções construtivas bioclimáticas baseadas em tecnologias simples com o desenho solar passivo, a utilização de microclimas e outros sistemas de condicionamento ambiental naturais, no uso de energias renováveis adequadas a serem utilizadas a nível individual e que permitam reduzir os gastos em energia; contribuir para a diminuição dos efeitos das alterações climáticas em termos locais, procurando adaptar as construções ao clima e que os impactos destes no clima local sejam reduzidos ou permitam a sua melhoria; aproveitar as águas pluviais para fins de rega e outros que não exijam água potável; tratar e reutilizar os efluentes líquidos em rega de plantas com fins lúdicos ou outros adequados às características dos efluentes tratados, e tratamento de resíduos com a reciclagem e a compostagem com promoção de pequenos negócios nesta área.

Os mesmos autores também referem que é necessário: conceber projetos que criem condições de conforto e que em termos culturais e sociais sejam adequadas às populações a que se destinam, assim como em termos de custos económicos; ter habitabilidade em termos de dimensões e espaços adequados aos seus ocupantes; criar condições de financiamento ou de apoio financeiro às populações mais desfavorecidas,

com prestações e períodos de empréstimos baixos; promover a participação das populações que vão ser abrangidas na elaboração do projeto; existirem títulos de registo da propriedade em termos de lotes e da construção que forneçam garantias aos seus donos/construtores/utentes que lhes permitam ver nelas um bem com possibilidade de ser vendido ou servir de garantia para empréstimos ou outras finalidades e assim poderem fazer as melhorias e os investimentos necessários a esta; conceber projetos que permitam contribuir para o desenvolvimento económico e do emprego das populações locais, utilizando soluções construtivas que usem materiais locais e que associadas à formação, se for necessária, permitam durante a fase de construção e de manutenção empregar pessoas locais; escolher locais de implantação que tenham recursos que permitam desenvolver atividades económicas, existindo assim condições para a criação de emprego, devendo também existir ou serem criados espaços comerciais, equipamento sociais e transportes e; conceber projetos flexíveis que permitam posteriores alterações.

As regiões rurais são muitas vezes compostas por paisagens que são formadas através da criação pela natureza e pelo homem de um conjunto de elementos que torna um local único, diferente de todos os outros, que é necessário preservar para manter a biodiversidade e cultura local (Scott & Shannon, 2007). Isso deve ser tido em conta no planeamento das mesmas sendo necessário fazer um levantamento das potencialidades locais, nomeadamente, em termos de recursos naturais renováveis existentes, dos usos e costumes das populações locais e elaborar estratégias de planeamento que promovam a utilização e manutenção destes mesmos recursos, promovendo a inovação com a criação de novas atividades económicas para a manutenção das populações locais (Plieninger et al., 2007).

Para além disso o planeamento deve procurar diminuir as assimetrias existentes entre as zonas rurais e as zonas urbanas, procurar melhorar o edificado rural, aumentar a quantidade de terras agrícolas férteis, desenvolver a agricultura, promover o desenvolvimento e diversidade económica (das zonas rurais), melhorar os serviços públicos de educação e saúde e promover equipamentos sociais que permitam a melhoria das condições de vida das populações locais e que contribuam para que as populações rurais tenham acesso a serviços existentes nas zonas urbanas (Ye et al., 2013).

Com isso consegue-se evitar a atração pelas cidades, dotando as regiões rurais de maior conhecimento e de capacidade de fixação deste, nomeadamente através do aumento da formação dos jovens e do aumento da capacidade de urbanização, uma vez que a retenção de conhecimento e a urbanização são dois dos principais fatores de crescimento das zonas urbanas (Bertinelli & Black, 2004; Omer, 2008).

Owen (1996) refere que as povoações rurais podem ser mais sustentáveis que os aglomerados urbanos, porque dependem menos da importação de recursos que as regiões urbanas, tendo maior possibilidades de ter fontes de energia locais, alimentos, trabalho baseado na habitação e de reciclar os efluentes e resíduos. No entanto, devido à falta de políticas de desenvolvimento, as regiões rurais são meros locais de residência de idosos e de residentes temporários.

4.1.2. Planeamento da agricultura urbana

Segundo Olson et al. (2016), o problema da má nutrição afeta uma em cada três crianças nos PD. Na África Subsaariana o problema da fome ainda não está completamente resolvido, tendo mesmo nalguns países a população que é afetada aumentado, para além de que as dietas alimentares praticadas por muitas famílias carenciadas têm bastantes deficiências em alguns nutrientes, como por exemplo a vitamina A, ferro, zinco, micronutrientes e outras deficiências alimentares que colocam em risco muitas pessoas e, essencialmente, grávidas e crianças (Aguayo & Baker, 2005; Schroeder, 2008; Ramakrishnan & Huffman, 2008; Magalhães et al., 2013). Esta má nutrição pode ter como possíveis consequências um menor desenvolvimento intelectual futuro e está também associada a uma maior mortalidade infantil e a um maior número de doenças e de dias doentes que as crianças malnutridas geralmente têm (Schroeder, 2008).

As populações urbanas estão mais sujeitas às variações de preços dos alimentos e dependem mais dos sistemas de produção e abastecimento que as rurais, porque estas têm maior capacidade de produzir alimentos, (Armar-Klemesu, 2000). Com o crescimento das principais zonas urbanas e o aumento da insegurança alimentar que passou a existir nestas, começou a ser promovida a ideia de se fazer agricultura nas zonas urbanas, como um meio de melhorar as condições de alimentação das populações mais carenciadas, isto numa fase inicial e mais tarde como um meio de contribuir para a sustentabilidade das zonas urbanas (Armar-Klemesu, 2000; Bourque, 2000; Deelstra & Girardet, 2000; Mougeot, 2000a e 2000b; FAO, 2008; Hendrickson & Porth, 2012). Armar-Klemesu (2000) afirma que existe uma relação entre as melhorias de peso para a idade e diminuição dos sintomas de má nutrição nas famílias que têm alguém que se dedique à Agricultura Urbana (AU).

São várias as definições do que é a AU, mas normalmente está associada ao cultivo de forma intensiva de plantas ou animais em espaços situados no interior das cidades ou à sua volta, transformação e comercialização dos mesmos com o objetivo de fornecer alimento às populações locais (Arruda & Arraes, 2007; Bailkey & Nasr, apud Hendrickson & Porth, 2012; Ackerman et al., 2014).

Tem diversas vantagens e desvantagens. Em termos de **vantagens**:

- **Em termos ambientais** a AU contribui para controlar o escoamento das águas pluviais, regulação e diminuição da temperatura e da humidade, o combate à poluição através da absorção de dióxido de carbono e nitrogénio e aumento do teor em oxigénio, proteção contra a erosão, diminuição do ruído, reciclagem de resíduos orgânicos domésticos através da compostagem, reutilização de embalagens com o uso das mesmas para culturas, diminui os impactos ambientais associados ao transporte e acondicionamento dos produtos, diminui a degradação ambiental de espaços urbanos e por consequência de toda a zona urbana e, através do aumento das plantas, para a diminuição do efeito da ilha de calor, redução da temperatura, aumento de odores agradáveis, a diminuição da pegada ecológica urbana e, contribui para alcançar os objetivos de desenvolvimento do milénio, nomeadamente o 7.º (Deelstra & Girardet, 2000; Milburn & Vail, 2010; Pinto, 2007; FAO, 2007; Hendrickson & Porth, 2012; FAO, 2012; Orsini et al., 2013; Ackerman et al., 2014; Pribadi & Pauleit, 2015; Napawan, & Burke, 2016). As pessoas que interagem com estas hortas urbanas têm melhor conhecimento dos processos da natureza e criam um maior comprometimento com os problemas ambientais (Naimark, 1982, apud Milburn & Vail, 2010). A AU tem sido aconselhada para minimizar os problemas de poluição das cidades de alguns países europeus (Bourque, 2000; de Bon et al. 2010). Também permite contribuir para a redução de locais abandonados que podem estar sujeitos a impactos ambientais como deposição de lixo, aparecimento de pragas associadas a plantas ou animais (Bourque, 2000; Angotti, 2015). A ocupação de espaços com a AU pode limitar o aparecimento de bairros clandestinos com habitações precárias (Halloran & Magid, 2013);
- **Em termos económicos** a AU contribui para: fornecer alimentos adequados, libertando rendimentos para outras necessidades ou ser uma fonte de rendimento; diminuir a pobreza urbana e custos associados a problemas de má nutrição com a revitalização de comunidades carentes, promovendo o desenvolvimento económico e bem estar; diminuir a insegurança alimentar e a necessidade de apoios das famílias com menores rendimentos; aumentar a segurança alimentar em períodos de crise através do desenvolvimento de sistemas locais de produção de alimentos; revitalizar cidades ou determinadas zonas através da AU e de atividades complementares como criar pequenas empresas/negócios; criar oportunidades de emprego; ter preços mais baixos e melhores produtos; contribui para alcançar os objetivos de desenvolvimento do milénio, nomeadamente o 1.º; diminuir custos urbanos associados à manutenção de espaços verdes; a criação de amenidades urbanas; criar energia, através da criação de plantas cujas partes mais lenhosas podem ser utilizadas como fonte de energia; farmácia caseira, e consequentemente diminuir importações (Mougeot, 2000; Nugent, 2000; Bryld, 2003; FAO, 2007; Pinto 2007;

Milburn & Vail, 2010; Zezza & Tasciotti, 2010; Voigt, 2011; Hendrickson & Porth, 2012; Simatele et al., 2012; Orsini et al., 2013; Ackerman et al., 2014; Koscica, 2014; Angotti, 2015; Badami & Ramankutty, 2015; Pribadi & Pauleit, 2015). Diminuir os custos de transporte e armazenagem (em cerca de 30%, Drescher 2004, apud Orsini et al. 2013);

- **Em termos sociais** a AU permite; ter espaços para recreio e lazer, contacto com a natureza, desenvolver espírito comunitário e associativismo, promover a manutenção de culturas (usos e costumes), desenvolver um sentido comunitário de maior responsabilidade ambiental, desenvolvimento humano, integrar pessoas marginalizadas, integrar pessoas que chegaram recentemente das zonas rurais, combater o stress urbano, aumentar a qualidade de vida, a diminuição de doenças afetas à má alimentação e falta de atividade, a troca de experiências e de culturas, ter atividades de recreio e lazer, ter locais de formação e conseqüente melhoria das capacidades/habilidades de participantes, ter acesso a uma alimentação mais adequada e menores problemas de saúde e sociais, a prevenção/combate ao crime e estupefacientes com a retirada da rua de crianças e jovens fornecendo-lhes ocupação e formação, ter maior equidade social com redução das desigualdade de género e melhor inclusão social e a criação de emprego (Bourque, 2000; Ferris et al., 2001; FAO, 2007; Pinto, 2007; De Bon et al., 2010; Milburn & Vail, 2010; Voigt, 2011; Hendrickson & Porth, 2012; Orsini et al., 2013; Ackerman et al. 2014; la Rosa et al., 2014; Angotti, 2015; Napawan & Burke, 2016). Também contribui para os intervenientes não se sentirem excluídos da sociedade quando não conseguem ter outra ocupação (Silva, 2014).

A AU pode ser causadora de problemas, assim em termos de **desvantagens**:

- **Em termos ambientais**, assim como a agricultura rural que muitas vezes é ineficiente e contribui negativamente para o ambiente (FAO, 2007; Burger, 2008; Godfray, 2012). Também pode: originar a possibilidade de aumento da poluição dos lençóis freáticos e outras reserva de água com a utilização de produtos químicos para fertilização e controlo de pragas; o aumento da poluição dos solos com o uso dos agroquímicos, fitoquímicos e de águas contaminadas; o possível aumento da poluição do ar com os fitoquímicos; a possibilidade de eliminação da biodiversidade com o desmatamento e eliminação de espécies existentes; a possibilidade de erosão de solos; a possibilidade de aumento de doenças e pragas associadas ao cultivo de animais, plantas e à existência de resíduos e águas paradas, como sejam, por exemplo, a malária, o dengue, as geohelmintíases, as zoonosis; o aumento do consumo de água em locais onde a mesma já costuma ser escassa e o aumento da capacidade de resistência a tratamentos químicos de algumas espécies animais e vegetais que causam danos ao ser humano e outras espécies animais e plantas

(Bryld, 2003; Meynard et al., 2003; FAO, 2007; Pinto, 2007; Burger, 2008; Klinkenberg et al., 2008; Chikowo et al., 2009; de Bon et al. 2010; NDiaye et al., 2011; Orsini et al., 2013; de Bon et al. 2014);

- **Em termos económicos:** aos possíveis aumentos de custos com a criação de gabinetes de apoio aos agricultores e controlo dos produtos produzidos e comercializados; à criação de políticas e estratégias de desenvolvimento da AU; a possíveis custos afetos às necessidades do tratamento/remediação de solos urbanos contaminados; a custos municipais com o desenvolvimento de sistemas locais de certificação e comercialização; custos de acesso à água; falta de apoio económico dos agricultores urbanos nas etapas iniciais, como, por exemplo, acesso ao microcrédito e materiais a preços bonificados; elevados custos das rendas dos espaços de cultivo; elevado custos dos fertilizantes, e aumento dos custos municipais com a construção de sistemas de redes de águas de rega e seu tratamento ou da bonificação dos custos na utilização de água da rede pública de abastecimento (Arruda, J. & Arraes, 2007; FAO, 2007; Pinto, 2007; Deelstra & Girardet, 2000; Hendrickson & Porth, 2012; Orsini et al., 2013; Scarpinella et al., 2015);
- **Em termos sociais:** roubos nas culturas; cortes e destruição de culturas em locais onde não é aceite pelas autoridades; problemas de saúde afetos, ao uso inadequados de agroquímicos e fitossanitários, de uso de águas contaminadas nas regas e lavagens, de armazenagem de águas em locais descobertos que podem servir de locais de criação de pragas indesejáveis (como o mosquito causador da malária), mau manuseamento das colheitas, colheitas contaminadas com metais pesados ou produtos químicos; aumento das necessidades de formação; falta de regulamentos que orientem a AU; perturbações com cheiros e ruídos; transmissão de doenças de animais criados nos locais de produção ao homem, que tem poder de dispersão agravado por ser em meio urbano; transmissão de doenças através de ratos e outros roedores que podem se abrigar e alimentar de restos mal acondicionados, e; competição pela posse do solo com outras atividades, nomeadamente a habitação (Armar-Klemesu, 2000; Bryld, 2003; FAO, 2007; Klinkenberg et al., 2008; de Bon et al., 2010; Gough & Accordino, 2013; Orsini et al. 2013).

AU depara-se com muitos **problemas** que impedem o seu desenvolvimento. Alguns destes problemas têm origem em ser uma atividade urbana e ter de competir pelo uso do solo com outras atividades que têm maior capacidade de pagar rendas superiores pelo mesmo, de haver falta de regulamentos, informação sobre boas práticas e de uma parte dos seus intervenientes ter poucos recursos e conhecimentos (FAO, 2007; Thornton, 2010; de Bon et al., 2010).

A dimensão dos espaços vai depender de vários fatores que têm a ver com; local, clima, tipo de cultivo, número de participantes que se pretende colocar e, por sua vez, o espaço

a atribuir a cada participante vai depender das necessidades familiares e objetivos que ele tem com a AU, podendo ser desde alguns m² até mais de 1000 m² (Bryld, 2003; Pinto, 2007; Milburn S. & Vail, 2010; Voigt, 2011; La Rosa et al., 2014; Koscica, 2014; Pribadi & Pauleit, 2015).

Como os espaços urbanos disponíveis são poucos e as áreas de cada um deles limitadas, é necessário que seja feito um planeamento do uso e criadas normas e regras de utilização dos espaços, de modo a que a AU possa existir em simultâneo com as outras atividades urbanas e possa contribuir para o desenvolvimento sustentável da cidade, sendo assim, necessário integrar na atividade de planeamento e desenho urbano os espaços para a agricultura urbana (Pothukuchi & Kaufman, 1999; Howe, 2002; Mendes et al., 2008; Eckert, 2010; de Bon et al. 2010; Pearson et al, 2010; Thornton et al. 2010; Asomani-Boateng, 2011; Voigt, 2011; Aubrya et al., 2012; McClintock et al., 2012; Simatele et al., 2012; La Rosa et al., 2014; McLaina et al., 2014; Port & Moos, 2014; Huang & Drescher, 2015; Pribadi & Pauleit, 2015; Napawan & Burke, 2016; Napawan, 2016). Em função das análises ao solo poderá ser necessário fazer a remediação dos solos ou impor determinado tipo de culturas que tenham menor poder de afetar a saúde humana (Burger, 2008).

A água é um dos importantes fatores que limita o desenvolvimento da UA, devido ao custo pago pelo consumo e/ou às infraestruturas e equipamentos de rega (Armar-Klemesu, 2000; Hendrickson & Porth, 2012, Koscica, 2014; Angotti, 2015). As culturas mais rentáveis efetuadas em meio urbano são geralmente as hortícolas, plantas medicinais e frutíferas, que exigem grandes quantidades de água. No caso de não ser possível garantir a qualidade das colheitas por causa da água, não devem ser permitidas colheitas de alimentos, mas sim de flores ou árvores (Kirkland, 2008).

A água de esgotos se for tratada adequadamente serve como fertilizante e pode baixar os custos de produção, (Koscica, 2014). Se usada em condições não adequadas pode ser um vetor de transmissão de doenças, devendo-se evitar a rega aérea e optar por rega de infiltração para evitar o contacto com as folhas, não tocar com as mãos nela, ter bacias de sedimentação, utilizar filtros, de areia ou outros e, interromper a rega pelo menos 3 semanas antes da colheita (FAO, 2007; NDiaye et al., 2011; FAO, 2012; Orsini et al. 2013; Koscica, 2014).

O planeamento dos locais de cultivo, comercialização e a regulamentação dos mesmos são fatores extremamente importantes que devem ser incluídos nos Planos e Regulamentos que orientam as zonas urbanas (FAO, 2007; Huang & Drescher, 2015; Napawan, 2016), devendo também ser definido as culturas, técnicas, lotes (incluindo sua dimensão) e sistemas de apoio (Metcalf & Widener 2011).

Tabela 6 – Algumas plantas tradicionais e sua utilização

Plantas adequadas a zonas verdes e agricultura urbana em locais tropicais	<p>Alimentação humana: O taro (<i>Colocasia esculenta</i>); a batata doce (<i>Ipomoea batatas</i>); amarantos tipo o espinafre selvagem (<i>Amaranthus spp</i>); inhame (<i>Discorea spp</i>); quiabo (<i>Abelmoschus esculentus</i>); aboboras (<i>Curcubita spp</i>); bananeira (diversas baseadas no género Musa); hibiscos (<i>Hibiscus sabdariffa</i>); o tamarindo (<i>Tamarindus indica</i>); o embondeiro (<i>Adansonia digitata</i>); a moringa (<i>Moringa oleifera</i>, <i>Moringa ovalifolia</i>, <i>Moringa stenopetala</i>), que também é conhecida como árvore da vida ou dos milagres, as folhas são muito ricas em proteínas, minerais e antioxidantes, o óleo retirado das sementes têm uma elevada percentagem de ácido oleico; a alfarroba africana (<i>Parkia biglobosa</i>), (Richter et al., 2003; Lako et al., 2007; Lédo, 2008; Ambrose-Oji, 2009; Ribeiro, 2010; Nouman et al., 2014; Chinsebu, 2015; Escalona-Arranz et al., 2016; Glover- Amengor, et al. 2016; Leone et al., 2016; Olson et al., 2016; Kalappurayil & Joseph, 2017; Komane et al., 2017; Tshikalange et al., 2017).</p>
	<p>Medicinais: o embondeiro (<i>Adansonia digitata</i>), com propriedades antimicrobianas e antioxidantes, a casca é usada nalguns países para tratamento da malária (Chinsebu, 2015; Komane et al., 2017; Tshikalange et al., 2017); a moringa (<i>Moringa oleifera</i>, <i>Moringa ovalifolia</i>, <i>Moringa stenopetala</i>), as folhas, casca e raízes são utilizadas com diversos fins na medicina tradicional, como a dor de estômago, úlceras, problemas de visão e de digestão propriedades antidiabéticas, o óleo das sementes têm propriedades antimicrobianas e antibacterianas, as sementes têm propriedades coagulantes podendo ser usadas na clarificação da água, as sementes propriedades antimicrobianas, (Richter et al., 2003; Lako et al., 2007; Lédo, 2008; Ribeiro, 2010; Nouman et al., 2014; Glover-Amengor, et al. 2016; Leone et al., 2016) Olson et al., 2016; Kalappurayil & Joseph, 2017); Carité (<i>Vitellaria paradoxa</i>), árvore da baga de sabão (<i>Balanites aegyptiaca</i>), com propriedades antidiabéticas e antioxidantes (Umar et al., 2014; Nitiëma-Yefanova et al., 2016); Erva príncipe/Chá de Caxinde (<i>Cymbopogon citratus</i>), propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antibacterianas (Naik et al., 2010; Avoseh et al., 2015); Nim (<i>Azadirachta indica</i>) com propriedades anti-inflamatórias, antibacterianas, diuréticas, antifúngicas tratamento da malária, limpeza e tratamento de gengivites dentárias, impedir a propagação de caries, tratamento de diarreias (Ravva & Korn, 2015)</p>
	<p>Alimentação animal: a moringa (<i>Moringa oleifera</i>, <i>Moringa ovalifolia</i>, <i>Moringa stenopetala</i>) na alimentação de gado e também de peixes (Nouman, et al., 2014).</p>
	<p>Repelentes/biocidas e tratamento de solos: Erva príncipe/Chá de Caxinde (<i>Cymbopogon citratus</i>), propriedades repelentes de mosquitos portadores da malária e dengue (Tyagi et al., 1998; Nerio et al., 2010), o óleo também é utilizado em cosmética e na preparação de repelentes de mosquitos (Avoseh et al., 2015); Tefrosia (<i>Tephrosia candida</i> e <i>Tephrosia vogelii</i>) características inseticidas, (Stevenson et al, 2012); Feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformis</i>) arbusto que possui propriedades inseticidas, herbicidas, fungicidas e de tratamento de solos contaminados com metais pesados e derivados do petróleo (Mendes & Rezende, 2014; Nam et al., 2016; Okomoda et al., 2016; Porto et al., 2106; Balliana et al., 2017); Nim (<i>Azadirachta indica</i>) que possui propriedades pesticidas, herbicidas, repelentes, inseticidas, fungicidas, também é usada para tratar solos e estrumes de animais eliminando patógenos (por exemplo a <i>Escherichia coli</i>; <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Salmonella typhi</i>, <i>Vibrio cholerae</i>) e nematoides (utilizando extratos da planta ou partes desta, como as folhas no tratamento de solos antes de colocar as culturas, como o tomate e, para produção de combustível (Xuana et al., 2004; Bleicher et al., 2007; Rodríguez et al., 2012; Chinsebu, 2015; Ravva & Korn, 2015; Nitiëma-Yefanova et al., 2016; Sujarwo et al., 2016)</p>
	<p>Biomassa: árvore da baga de sabão (<i>Balanites aegyptiaca</i>), pode ser usada para produzir biodiesel (Umar et al., 2014; Nitiëma-Yefanova et al., 2016); Tréfesia (<i>Tephrosia candida</i>) para lenha de uma família necessita de 0,25 hectares (Jama et al, 2008); o bambu, nas suas diversas espécies (Scurlock et al., 2000; Ganiron Jr, 2014).</p>

Plantas tradicionais

A industrialização e posterior globalização da agricultura levou ao abandono do cultivo de muitas plantas tradicionais. Isto passa-se essencialmente nos meios urbanos, onde muitas destas culturas são vistas como antiquadas e consideradas como um alimento menos adequado, mesmo nos meios rurais que são influenciados pelos urbanos

(Pasquini & Young, 2009). O consumo de plantas tradicionais tem diminuído, mesmo quando está estudado que muitas destas têm melhores capacidades alimentares, menores quantidades de proteínas e maiores quantidade de minerais e vitaminas (Ambrose-Oji,2009). A tabela 6 apresentada na página anterior apresenta um resumo de algumas plantas tradicionais e seus usos.

4.1.3. Planeamento de outras atividades económicas locais

Em função dos recursos naturais locais e da sua possibilidade de exploração sustentável podem ser elaboradas estratégias de desenvolvimento de algumas atividades económicas. Estas atividades económicas podem ter por base conhecimento local ou existir a necessidade de fornecer formação a interessados. Estas estratégias de desenvolvimento devem contribuir para a diminuição da pobreza e desigualdades e assim ter em conta as classes mais desfavorecidas, contribuindo para a criação de emprego destas pessoas. Para que estas atividades económicas se desenvolvam há que planear a criação de infraestruturas que funcionam como um atrativo para o desenvolvimento das mesmas (Musakwa, 2008).

Quanto à exploração de recursos aquícolas, uma das grandes potencialidades de criação nos países tropicais é a Tilápia, que nalguns países tem diferentes nomes, por exemplo em Angola é conhecida como Cacusso. Em condições de criação extensiva criação podem chegar a 500 kg por hectare por ano ou um pouco mais, for semi-intensiva pode-se conseguir cerca de 12.500 kg por hectare por ano, em sistema intensivo a alimentação é feita com rações e a produtividade consegue ter valores superiores a 400 kg por m³ por ano. No caso das criações semi-intensivas e intensivas estas podem ser feitas em tanques de terra, tanques de betão, tanques de rede em albufeiras ou canais, onde haja entrada ou passagem de água (Sonoda, 2002; Machado, 2006; Massago, 2007; Nogueira, 2008).

4.2. O tratamento de efluentes

4.2.1. Objetivos do tratamento de efluentes

O acesso a condições adequadas de tratamento de esgotos ainda é um problema em muitos dos PD essencialmente nas zonas periurbanas e rurais, continuando a ser um problema para a saúde das populações. As zonas periurbanas têm problemas acrescidos porque muitas vezes são locais onde:

- i) os terrenos são pouco adequados à construção e muitas vezes ocupados ilegalmente;

- ii) há grande concentração de pessoas o que pode originar elevados potenciais de disseminação de patologias;
- iii) não há um planeamento das ruas e espaços para infraestruturas e por isso há dificuldade na instalação das mesmas;
- iv) os esgotos são lançados nas ruas ou em sistemas de deposição inadequados;
- v) o fornecimento de água potável pode não existir ou ser de carácter irregular e as populações recorrerem a águas subterrâneas que podem ser contaminadas com os esgotos (Bakir, 2001; Paterson et al., 2007; O'Lunaigh et al., 2009).

Um sistema de tratamentos de esgotos tem como principais objetivos: proteger a saúde pública e o ambiente das potenciais ameaças existentes em termos biológicos e químicos nos efluentes que são gerados nas habitações, comércio ou indústria podem conter; proteger da poluição as águas subterrâneas; não utilizar a água como um meio de transporte dos elementos a tratar, e reduzir a procura de água através de sistemas de reaproveitamento e reutilização dos efluentes tratados (Bakir, 2001; Massoud et al., 2009; Brtalik et al., 2012).

Um sistema de tratamento de esgotos é composto por 3 componentes, a rede de recolha, o tratamento e a deposição final. Nos meios mais dispersos a rede de recolha pode ter valores de custo da ordem dos 60% do total (Hoover, apud Massoud et al., 2009).

Em termos de águas residuais doméstica é usual subdividi-las em dois grupos; um chamado de águas cinzas que são aquelas que não têm origem nas excreções humanas, o outro águas negras que têm origem nas excreções humanas. O volume em termos percentuais de cada uma delas pode variar, mas geralmente o volume das águas cinzas pode ser ligeiramente menor que 50% do total (Brtalik et al., 2012).

O processo de tratamento vai depender das características dos efluentes a tratar e dos sistemas a utilizar, mas é geralmente composto pelas seguintes etapas; tratamento primário, tratamento secundário, tratamento terciário e desinfecção (Brtalik et al, 2012). O tratamento primário é baseado em processos físicos; o tratamento secundário faz-se a remoção dos sólidos suspensos ou dissolvidos constituídos maioritariamente por matéria orgânica pela ação de microrganismos são transformados em compostos inertes, podem ser do tipo aeróbico, ou seja com o efeito do ar e da luz solar se desenvolvem e decompõe os componentes orgânicos, ou, anaeróbico em que o mesmo processo se dá, mas sem adição de oxigénio adicional e presença direta da luz solar; o tratamento terciário remove os sólidos existentes através de processos de decantação ou filtração e; por ultimo uma etapa de desinfecção (Brtalik et al, 2012).

Os principais sistemas de tratamento também podem ser divididos em aqueles que utilizam meios mecânicos e consomem energia, que geralmente estão associados aos

processos que utilizam meios aeróbicos, consumindo energia e tendo um elevado custo de construção e funcionamento, são adequados a grandes sistemas centralizados e, aqueles que não utilizam meios mecânicos, estes podem ser baseados em lagoas de sedimentação e processos de filtração, adequados a sistemas de menores dimensões e descentralizados (Muga & Mihelcic, 2008; Magliaro & Lovins, 2004, apud Brtalik et al., 2012).

Bakir (2001) refere que os sistemas de tratamento no norte de África e Médio Oriente, ou seja, nas zonas em que as potencialidades hídricas são menores, sendo que os sistemas de tratamento de esgotos devem ser integrados num sistema de gestão da água, de modo a minimizar a captação desta, devem ser geridos nos locais onde são gerados, porque devem ser considerados um recurso e a dimensão deles deve ser baseada em sistemas viáveis de pequena dimensão. Devem estar incluídos num modelo geral de planeamento e gestão do recurso água e das suas possíveis utilizações, ou reutilizações considerando o caso dos efluentes tratados.

4.2.2. Soluções tecnológicas locais sustentáveis para tratamento de efluentes

A seleção da tecnologia a utilizar nos sistemas locais de tratamento de esgotos deve ter baixos custos e instalação e manutenção, ser adequadas; às características climáticas existentes, às potencialidades financeiras das populações, às capacidades de funcionamento e manutenção que as populações locais podem ter e, às características sociais e culturais das populações a que se destinam. Devem de recorrer a mão-de-obra e fornecimentos locais e a seleção das tecnologias deve ser feita com consulta às populações (desde a fase de planeamento) para que se sintam comprometidas com as soluções adotadas (Burkhard et al., 2000; EPA, 2000; Muga & Mihelcic, 2008; Massoud et al., 2009). Também devem permitir reaproveitar alguns subprodutos, como a água e as cargas minerais e orgânicas que são a base das necessidades nutricionais para o crescimento de muitas das plantas, (Aulenbach & Clesceri, 2008; Lijó et al., 2017). Tecnologias não adequadas aos PD e/ou regiões remotas podem colocar em causa a capacidade de funcionamento do sistema (Massoud et al., 2009).

Os sistemas de lagoas de retenção são adequados aos PD (países de climas quentes) porque são fáceis de instalar, têm um baixo custo de construção e de manutenção têm uma elevada capacidade de remoção de matéria orgânica e bactérias, mas fraca capacidade de remoção de nutrientes como o nitrogénio e o fósforo (Kivaisi, 2001).

Muga & Mihelcic (2008) verificaram que as tecnologias que têm menor custo de construção são as baseadas em lagoas que custam um pouco menos de metade dos custos das tecnologias baseadas em sistemas mecânicos e que os sistemas de infiltração

têm valores intermédios entre os outros dois sistemas. Estes mesmos autores na análise de sustentabilidade a diversos sistemas de pequena e média dimensão verificaram que os mais sustentáveis são os do tipo de infiltração no terreno seguidos de muito perto pelos sistemas de lagoas e que os sistemas mecânicos são os menos sustentáveis de todos. No entanto, segundo Lijó et al. (2017), os sistemas de lagoas são os mais utilizados nas pequenas comunidades e, segundo Massoud et al. (2009), são os que têm um efluente mais rico em nutrientes e que conseguem eliminar um maior número de patógenos sem recorrer a processos de desinfecção final, podendo por isso os efluentes serem reutilizados em determinadas condições.

Nos sistemas lagunares a remoção dos contaminantes existentes nos efluentes a tratar pode-se dar pela sedimentação no fundo da lagoa, filtração, evaporação de compostos voláteis existentes ou que se formam durante o processo de tratamento, absorção por plantas, algas e outros microrganismos e por transformações bioquímicas (Wu et al., 2014).

Os sistemas de tratamento baseados em lagoas podem ser divididos em quatro tipos; lagoas anaeróbicas, lagoas aeróbicas, lagoas facultativas e, lagoas aeróbicas de pequena profundidade e alto rendimento. Para além destes existem os sistemas baseados nas *wetlands*, zonas húmidas construídas, estes sistemas de lagoas que pretendem replicar os sistemas existentes na natureza, essencialmente o das zonas alagadas ou pantanosas, podem funcionar como um tratamento principal ou como um tratamento associado às lagoas e que têm por finalidade remover elementos ainda presentes no efluente (Shammas et al., 2009).

Kivaisi (2001) apresenta o estudo feito por Von Sperling & Marcos (1996) em que estes autores estudaram as características dos principais sistemas de tratamento de esgotos dos PD e acharam valores de necessidades de área que vão desde os 0,25 m² por habitante para as lagoas facultativas com sistemas de aeração mecânico a cerca de 5 m² por habitante para os sistemas de tratamento baseados nas lagoas facultativas sem aeração. Também apresentam como custos de construção valores entre os 10 a 30 USD por habitante, com os valores dos sistemas mecânicos a se situarem entre os 40 a 120 USD por habitante.

Para sistemas de média e grande dimensão é vulgar fazer a construção com sistemas de várias lagoas como o sistema existente em Ucubamba, Equador, apresentado por Alvarado et al. (2012), figura 29, da página seguinte, onde existe uma lagoa anaeróbica depois uma facultativa e por último uma de maturação que permite um melhor controlo final da qualidade do efluente.

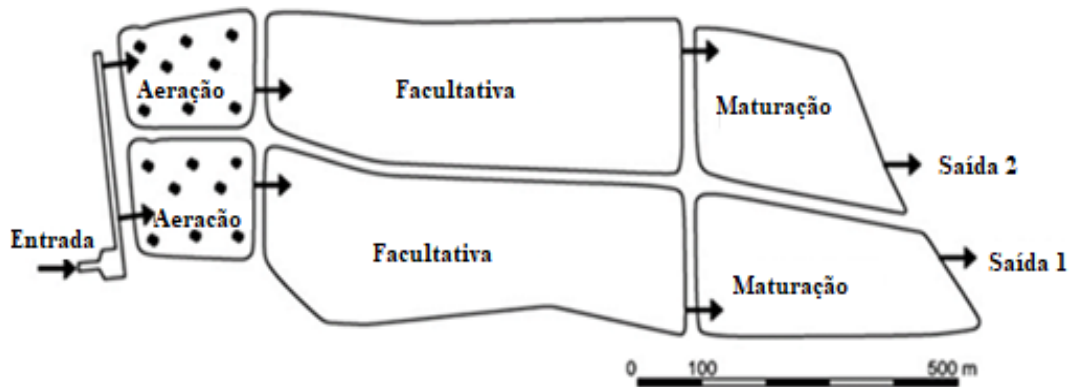


Figura 29 - Esquema de um tratamento de grande dimensão (fonte, Alvarado et al., 2012, p.253)

As *wetlands* ou zonas húmidas construídas são um sistema de tratamento em que se procura replicar os sistemas naturais existentes nas zonas húmidas, onde existe água, resíduos, diversas plantas incluindo algas, pequenos animais vertebrados e invertebrados, insetos e diversos microrganismos como bactérias. Estes tipos de tratamento podem ser classificados tendo em conta os sistemas diferentes de circulação da água, o tipo de plantas que utilizam e a direção do sentido da água. Em termos de circulação da água podem ser: aqueles em que a água circula superficialmente, esta está em contacto com o ar, ou seja, é uma lagoa de tratamento que tem vegetação associada; aqueles em que a água não está em contacto com o ar circulando no interior do solo junto às raízes das plantas, ou seja, sub-superficialmente, também conhecido de tratamento por raízes (ou enraizadas) e; aqueles em que a água se infiltra verticalmente (Verhoeven & Meuleman, 1999; Siracusa & la Rosa, 2006; Vymazal, 2008; Galvão, 2009; Shammas et al., 2009). A figura 30 apresenta o esquema de tratamento apresentado pela Environmental Protection Agency (EPA) dos EUA.

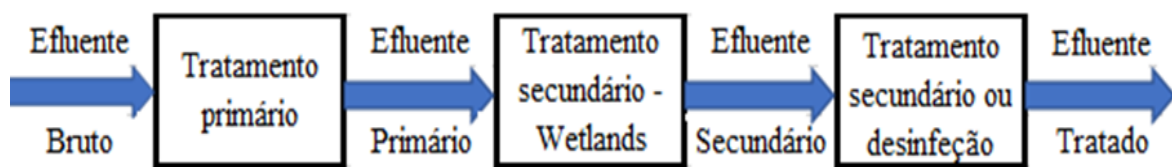


Figura 30 – Esquema de tratamento com base nas *wetlands* (fonte EPA, 2000, p.22)

Estes sistemas de tratamento baseiam-se em plantas que existem nos lagos ou rios e que são chamadas plantas macrófitas, também conhecidos como “leitões de macrófitas,” lagoas de macrófitas” ou “fito-ETAR” (Galvão, 2009).

Segundo Stottmeister et al. (2003, p.96) existem quatro tipos de sistemas, conforme representado na figura 31 da página seguinte: o sistema A é um sistema composto por plantas aquáticas flutuantes e o percurso da água se faz num sentido horizontal, o B é um sistema com circulação horizontal de superfície, mas no qual existem plantas

emergentes, o C é um sistema de circulação horizontal, mas de subsuperfície e, o D é um sistema de circulação vertical.

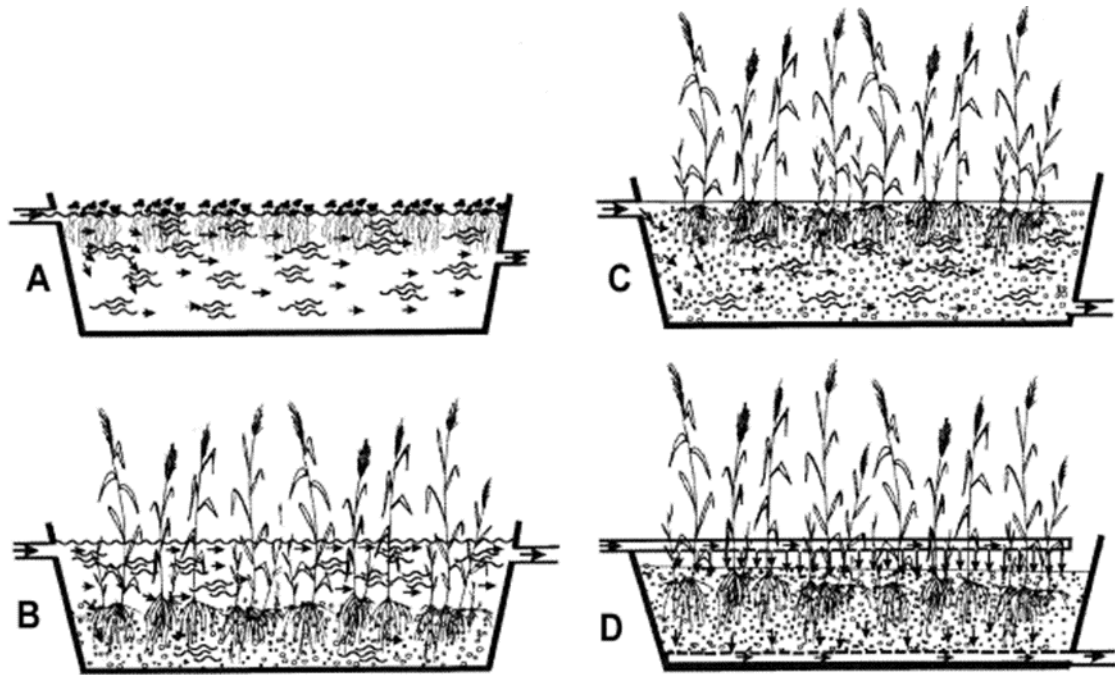


Figura 31 - Exemplo de diferentes sistemas de *wetlands* (fonte Stottmeister et al., 2003, p. 96).

Siracusa & la Rosa (2006) propõe que a relação entre a largura e o comprimento das *wetlands* não seja inferior a 1:5 e que a largura não seja superior a cerca de 15 m. Por sua vez a EPA (2000) considera que devem ser construídas pelo menos duas unidades, para se poder ter facilidade de manutenção.

As *wetlands* são sistemas que têm uma elevada capacidade de transformar os componentes existentes nos efluentes em biomassa, podendo atingir produções de cerca de 1kg/cm² por ano (Verhoeven & Meuleman, 1999; Kivaisi, 2001). A sua utilização na construção de áreas verdes pode contribuir para a criação de biomassa que pode ser utilizada com diversos fins, isto essencialmente nas de subsuperfície. Estas permitem (Verhoeven & Meuleman, 1999; EPA, 2000b): a remoção de sólidos em suspensão através da sua deposição ou transformação em minerais básicos que são absorvidos (total ou parcialmente); transformações microbiológicas que originam componentes gasosos (processo anaeróbico e/ou aeróbico, dependendo da quantidade de oxigénio existente); têm menores custos no ciclo de vida, desde custos de construção a custos de manutenção, e; não produzem resíduos que necessitam de posterior tratamento (exceto em efluentes industriais). Também limitam os efeitos associados; odores e, a riscos de proliferação de insetos e de haver contacto com pessoas e animais e poder assim existir a proliferação de doenças (EPA, 2000).

As *wetlands* têm custos superiores aos sistemas de lagoas e por sua vez a *wetlands* de construção de subsuperfície ainda têm custos maiores (EPA, 2000). As *wetlands* necessitam de manutenção, assim como os sistemas lagunares, sendo necessário que se faça; o controlo do nível dos efluentes/água, a limpeza das zonas da entrada e da saída, o corte/controlo da vegetação nas zonas laterais e nas zonas de tratamento e, inspeções de rotina (EPA, 2000).

Alguns problemas relacionados com os sistemas de tratamento por lagoas são os relacionados com; o crescimento de algas, a existência de insetos e outros animais que possam ser vetores de doenças, a necessidade de remoção parcial periódica de lamas depositadas no fundo, a possível existência de odores e, a diferente capacidade de tratamento em relação à temperatura ambiente e os problemas de gestão/retenção associados a isso (Clesceri et al., 2009; Shammam et al., 2009).

A presença de insetos, essencialmente os mosquitos, depende de diversos fatores associados ao desenho da lagoa ou *wetland*, onde se inclui o local de construção, o tipo de margens, processo de tratamento e vegetação e à composição do efluente (Sarneckis, 2002).

Algumas plantas têm características repelentes e de interferir com a reprodução ou crescimento dos insetos e que podem ser utilizadas para o controlo, se colocadas estrategicamente em determinados locais, são: a Erva Príncipe, também conhecida em Angola como Chá de Caxinde e cujo nome científico é *Cymbopogon Citratus*, (Tyagi et al., 1998); o Nim ou Neem, cujo nome científico é *Azadirachta Indica* que também tem propriedades herbicidas (Shultz Jr et al., 1992); o Cravo-de-defunto, cujo nome científico é *Tagetes patula* (Vasudevan, et al., 1997); algumas das variedades de Tefrósia, como o Vogeli e Candida cujos nomes científicos são *Tephrosia vogelii* e *Tephrosia candida* (Belmain et al., 2012); o eucalipto limão, cujo nome científico é *Corymbia citriodora* (Nerio et al., 2010).

4.2.3. A reutilização dos efluentes tratados

A recuperação das águas residuais é vista com um importante contributo para a sustentabilidade, podendo ser utilizada na agricultura, na construção, na rega de jardins e parques, em limpezas e até na reposição dos stocks dos lençóis subterrâneos. No entanto os efluentes das redes de tratamento de esgotos têm geralmente contaminantes que põem em causa a sua utilização direta, uma vez que estão associados à existência de determinadas patologias que podem colocar em causa a saúde humana, como a febre tifoide, as diarreias e gastroenterites. A maior parte dos sistemas de tratamento existentes nos PD são sistemas de lagoas de retenção que têm fraca capacidade de remover alguns nutrientes como o nitrogénio e fósforo, o que torna muitas vezes não

aconselhável a deposição destes efluentes tratados nos sistemas fluviais existentes e a sua deposição por infiltração, sendo aconselhável que estes nutrientes sejam removidos através da reutilização na agricultura ou em sistemas de agricultura e piscicultura (Kivaisi, 2001; Dreizin, 2006; Meneses et al., 2010).

Segundo Zaidi (2006), a reutilização na agricultura pode ser feita em locais onde o homem tem acesso e em colheitas de uso direto, como; hortas, jardins, culturas de frutíferas, pastagens, culturas de árvores que posteriormente são utilizadas pelo homem, parques e, campos de golfe; pode aceder mas de uma maneira restrita e que dizem respeito a culturas de alimentos e outros que não sejam de utilização direta, podendo ser assim utilizada em florestas, prados, culturas de determinados tipos de frutíferas e de leguminosas, e; não tem acesso nem são colhidos alimentos.

A reutilização dos efluentes tratados é uma opção que em termos económicos é mais vantajosa que as opções pela captação e uso de águas superficiais, subterrâneas e dessalinização (Ruiz-Rosa et al., 2016) e permite ter colheitas mais regulares (WHO, 2006; Dickin et al. 2016). Israel (Dreizin, 2006) reutiliza quase toda a água que sai dos sistemas de tratamento, mas impõe que para as situações onde possa haver contacto com o homem haja limites muito rigorosos, como de; CBO (carência bioquímica de oxigénio) e teor de sólidos suspensos igual ou menor de 10mg/l, nitrogénio 25 mg/l, fosforo 15 mg/l, entre outros.

Para que a reutilização se faça com segurança há que planear a mesma, o que permite que o uso se faça em função das características dos efluentes e por sua vez que o tratamento se adeque ao fim a que se destinam os efluentes tratados, permitindo assim a diminuição dos riscos associados à reutilização dos efluentes tratados (Zaidi, 2006; Scott et al. 2010 e Thebo et al. 2014, apud Dickin et al., 2016).

Em termos de reutilização para usos domésticos há que ter cuidado especial devido à possibilidade de existência de crianças e pessoas com menores capacidades de resistência imunológica, assim como à dificuldade na separação e na identificação dos diversos tipos de água, ou seja, a água potável e os efluentes reutilizados (Huertas et al., 2008).

A utilização dos efluentes deve ter em conta os riscos e potencialidades associadas, para fazer isso há que: fazer um levantamento dos riscos associados aos efluentes a tratar e das suas potencialidades de tratamento e de uso e verificar se as mesmas são viáveis em termos económicos; ter a aceitação das populações, podendo ser necessário dar formação às mesmas; existirem regulamentos que imponham condições ao tratamento, uso e controlo dos processos; que existam tecnologias, preferencialmente locais; exista suporte político e financeiro para a promoção e controlo dos sistemas (Miller, 2006).

4.3. Tratamento de resíduos

“Waste is a result of inadequate thinking” (Seadon, 2010, p. 1639)

Devido ao crescimento da população e das zonas urbanas nos PD os governos têm dificuldade em ter sistemas de gestão dos resíduos sólidos e estes encontram-se em muitos locais, à vista das pessoas, causando mau aspeto e má impressão a quem visita muitos destes países, podendo causar problemas ambientais e de saúde humana (Gajalakshmi & Abbasi, 2008).

Marshall & Farahbakhsh (2013) referem que os resíduos são uma parte de um sistema que deve ter em conta a eficiência ambiental, a viabilidade económica e a aceitação social, tendo para isso que ter conta o contexto local, as expectativas das populações e outros interessados, as soluções tecnológicas localmente adequadas que contribuam para a prevenção, redução, reutilização e deposição adequadas.

A UN-HABITAT (1989) propõe para as pequenas comunidades um modelo de gestão dos resíduos urbanos em que apresenta cinco etapas; a primeira diz respeito à recolha e armazenamento local, a segunda diz respeito à existência de um sistema de gestão e financiamento para efetuar a recolha primária, a terceira diz respeito à existência de um sistema de recolha e de transferência para um sistema secundário dos resíduos que não podem ser tratados localmente, a quarta diz respeito ao fomento do tratamento e valorização local dos resíduos que possam aí ser tratados e, por último, a quinta diz respeito ao fomento de atividades empresariais locais que tratem e valorizem os resíduos.

4.3.1. Sistemas adequados aos países em vias de desenvolvimento

He (2012) indica que para os meios rurais dos PD e para localidades cujo valor de resíduos diários seja inferior a 500kg/dia adotar uma solução que tenha um sistema de recolha e tratamento local, através da separação e compostagem, permitindo reduzir em cerca de 33% o custo do sistema. Também refere que cerca de 50% dos resíduos são biodegradáveis, entre 10% a 20% são cinzas e, cerca de 10% são produtos recicláveis.

Guerrero et al. (2013) verificaram, no estudo que fizeram em diversos PD que os valores médios de produção de resíduos em grandes cidades africanas, se situava num máximo de 0,65 kg/dia em Pretória e um mínimo de 0,32 kg/dia em Adis Abeba. Getahun et al., (2012) no estudo que fizeram na cidade de Jimma, Etiópia obtiveram valores $0,55 \pm 0,17$ kg/pessoa/dia, com valores maiores na época das chuvas por causa da maior produção agrícola nesta época do ano e do maior consumo de frutos e vegetais. Verificaram que cerca de 54% eram produtos biodegradáveis com características adequadas à compostagem.

A quantidade de lixo produzida por cada habitante num aglomerado populacional vai depender das condições económicas de cada família desse aglomerado e do número de elementos dessa família, com o valor final a corresponder ao somatório do produzido por cada família (Getahun et al., 2012; Mesjasz-Lech, 2014).

Em termos técnicos para se fazer a gestão dos resíduos sólidos há que saber três coisas (UN-HABITAT, 1989); uma é a velocidade com que cada material existente nos resíduos se decompõe, a segunda tem a ver com a possibilidade da decomposição dos resíduos originar a lixiviação que pode originar líquidos extramente perigosos e, a terceira tem a ver com a decomposição dos resíduos criam condições ideais para a proliferação dos insetos e outros animais que podem ser vetores de doenças infeto contagiosas. Só tendo ideia da composição se pode definir as necessidades de recolha, tratamento e/ou valorização (Sahimaa et al., 2105).

Os custos relacionados com as etapas entre a geração (transporte e seleção) e a deposição correspondem à parte maior dos custos e podem ter valores entre os 80% a 95% dos custos totais dos sistemas de recolha e tratamento, o que deve ser tido em conta na formulação de qualquer sistema de gestão (Alagoz & Kocasoy, 2008, apud Guerrero et al., 2013). He (2012) refere que os custos de recolha nas zonas urbanas da China representam entre cerca de 50% a 60% do custo total, mas que nas zonas rurais menos desenvolvidas esse custo pode chegar a 80% do custo total.

A existência de sistemas locais descentralizados permite reduzir custos, essencialmente os relacionados com os transportes, (Kalamdhad et al., 2009). Para além dos custos de funcionamento há que ter em conta os custos ambientais e sociais e neste aspeto a reciclagem e a compostagem são os sistemas de gestão que permitem reduzir os impactos ambientais e seus custos associados (Farrel & Jones, 2009).

São várias as opções de tratamento de resíduos sólidos que atualmente existem, de entre elas salienta-se; a deposição de uma maneira controlada em aterros sanitários ou não controlada com a deposição direta nos solos ou nos meios hídricos (que não é solução), a incineração em centrais térmicas, a reciclagem, o reuso e, a redução (Lim et al., 2016).

A deposição nos solos baseia-se no processo de decomposição que é lento originando a libertação prolongada de produtos lixiviados e de gases, sendo um processo mais moroso e difícil de controlar, ocupa muito espaço. É considerado dos piores processos de tratamento (Dijkgraaf & Vollebergh 2004; Desai et al., 2016). Necessitam de uma boa escolha do local, boa conceção e manutenção mesmo após o fim da sua utilização (Lim et al., 2016).

Os países desenvolvidos utilizam a deposição controlada, a maior parte dos PD utiliza a deposição não controlada, (Lim et al., 2016). A queima-incineração dos resíduos sólidos

em centrais de produção de energia exige que os resíduos tenham elevado poder calorífico, em alguns países não acontece porque as populações já reaproveitam os resíduos com maior poder calorífico, o que pode originar que a energia resultante da incineração é inferior à energia que é necessária para a fazer (Dijkgraaf & Vollebergh, 2004; Lim et al., 2016). Também produz cinzas que podem conter elementos nocivos ao ambiente, tendo que ser depositadas em locais apropriados (Singh & Prakash, 2007).

A reciclagem tem por base um processo de separação dos resíduos em função da composição dos mesmos e esta separação pode ser feita na altura em que são gerados pelos produtores dos resíduos ou numa unidade onde após a recolha podem ser selecionados, permite reduzir as necessidades de terreno para se fazer a deposição e os possíveis efeitos nefastos para o ambiente associados à deposição e queima, assim como os custos associados a um tratamento eficiente (Farrell & Jones, 2009; Kerstens, et al., 2015; Lim et al., 2016).

A implementação de um sistema de tratamento de resíduos sólidos que tenha associado a separação e reciclagem permite vários benefícios em termos ambientais, económicos e sociais. Um dos principais benefícios é a necessidade de menor espaço para a deposição dos resíduos, com uma diminuição de cerca de 60% (Kerstens et al., 2015). Mas para se conseguirem altos valores de reciclagem há a necessidade de se fazer a separação na fonte de origem dos resíduos (Wilson et al., 2015).

Diversos são os resíduos sólidos que podem ser valorizados através de processo de separação e seleção, quer esta seja feita na fonte ou nos sistemas de tratamento. Alguns desses materiais são; o plástico, a borracha, a madeira, as roupas, o vidro e/ou garrafas, o papel e cartão, os resíduos orgânicos e os metais (UN-Habitat, 1989).

4.3.2. Tratamento de resíduos sólidos orgânicos

A compostagem é um processo de decomposição essencialmente aeróbico onde se dá a fermentação dos sólidos. É um processo biológico que permite converter os resíduos orgânicos biodegradáveis, através da hidrólise, em húmus, através do qual as bactérias e nemátodos presentes no composto fazem um processo de redução das matérias orgânicas em materiais inertes e onde se liberta pequenas quantidades CO₂, NH₃ e água, produzindo-se calor, o que inativa possíveis patógenos existentes e torna os produtos resultantes inócuos, tornando-os adequados para a deposição em terrenos ou para utilização com fins fertilizantes, este processo também faz diminuir a emissão de gases poluentes. Para que isso aconteça há que ter em conta as diversas condições em que a compostagem se vai dar, como a temperatura, o pH, a dimensão e composição dos elementos sólidos, a existência de ar para que os processos aconteçam, o tempo de compostagem e, a condutividade elétrica (Farrell & Jones, 2009; Wilson et al., 2015;

Onwosi et al., 2017). Pode ser feita a céu aberto ou em espaços cobertos, como o apresentado na figura 32. Este permitem ter melhores condições para fazer o tratamento e controlo de odores e insetos (Farrell & Jones, 2009).



Figura 32 - Compostagem coberta e remoção para introdução de ar, Matale, Sri Lanka (fonte Wilson et al. 2015, p.133)

A compostagem também pode ser feita em diversos outros tipos de sistemas, como recipientes tipo contentores sem ou com compartimentos horizontais perfurados (andares) e uma bacia na base para a recolha dos lixiviados, cilindros rotativos que podem ter várias dimensões e compartimentos com sistemas de rotação mecânica com necessidade de recorrer a energia elétrica ou de rotação manual. Resumidamente os sistemas de compostagem podem ser do tipo: amontoado de materiais tipo pilha, amontoado de materiais tipo pilha mas como remoção periódica dos materiais a decompor, amontoado tipo pilha com introdução de ar que pode ser mecânica e ter remoção, compostagem em recipientes tipo contentor ou outros mais elaborados e, vermicompostagem (Desai et al., 2016).

O processo de compostagem permite uma redução do volume e do peso dos resíduos iniciais, sendo que a redução do volume pode chegar a perto dos 70% do volume inicial (Wilson et al., 2015). Existem diversos fatores que afetam o processo de compostagem, como a temperatura ambiente, a quantidade de oxigénio disponível nas camadas interiores, a composição da mistura, o pH da mistura, a dimensão das partículas e o grau de compactação (Onwosi et al., 2017).

A compostagem tem diversas vantagens (Gajalakshmi & Abbasi, 2008; Farrel & Jones, 2009; Wilson et al., 2015; Lim et al., 2015; Onwosi et al., 2017), como um custo de tratamento por tonelada baixo, entre os 3 a 70 USD (os 3USD por tonelada é o preço mínimo existente nalguns países de menor rendimento, sendo que só a deposição em

sistemas de lixeiras não controladas tem um custo menor), a utilização do composto na reposição da fertilidade dos solos uma vez que o composto é rico em nutrientes, matéria orgânica e bactérias que contribuem para o aumento da fertilidade dos solos, permitindo também um aumento da porosidade dos solos (o que permite melhores trocas gasosas no rizoma) e da retenção de água, contribuindo também para evitar a erosão dos solos; menores impactos ambientais relacionados com a emissão de gases de efeito de estufa e de lixiviados; permite melhorar solos contaminados através de processos de regeneração e de biorremediação; permite reduzir os impactos no ciclo de vida do tratamento dos resíduos quando comparado com a deposição e a incineração; permite contribuir para economia circular.

Tem desvantagens associadas à possibilidade de os elementos patógenos que possam existir não ser totalmente eliminados, se a compostagem não for completa, o que com a utilização do composto final na fertilização de culturas pode ser um fator de propagação destes patógenos (Wilson et al., 2015). Para que o processo de compostagem elimine os potenciais patógenos existentes nos resíduos há a necessidade de este atingir temperaturas elevadas durante um determinado tempo mínimo (pelo menos uma semana com temperaturas entre os 52 e 60°C, Onwosi et al., 2017), na etapa correspondente aos organismos termófilos) o que obriga a que existam mecanismos para verificar as temperaturas e que se faça o registo das mesmas (Farrel & Jones, 2009). Durante o processo de compostagem podem ser libertados líquidos lixiviados pelo que há que no desenho do sistema de construção ter isso em conta, evitando que estes se encaminhem diretamente para o solo ou cursos de água antes de sofrerem um processo de tratamento (Onwosi et al., 2017).

A vermicompostagem é um processo de tratamento de resíduos sólidos orgânicos onde utilizam-se minhocas. No processo não se produz calor nem há a necessidade de se fazer a aeração porque as minhocas fazem-no. Para que a produção seja máxima é necessário que as minhocas estejam adaptadas às temperaturas ambiente existentes no local, que tenham condições para se alimentar e reproduzir e, que as minhocas sejam adequadas ao tipo de resíduos (Gajalakshmi & Abbasi, 2008; Lim et al., 2016). As minhocas podem ser utilizadas como proteínas para rações de animais ou peixes (Lim et al., 2016).

A vermicompostagem tem algumas vantagens como: maior concentração de potássio, podendo ser três vezes superior ao existente no solo; maior níveis de amónio; maior capacidade de reter água; grande capacidade de contribuir para a desnitrificação; grande quantidade de nitrogénio; elevada quantidade de microrganismos que potenciam os rizomas; elevada capacidade de reduzir os metais existentes no material; podem conter enzimas e hormonas que favorecem o crescimento das plantas e impedem o

aparecimento de alguns patógenos delas; materiais orgânicos associados alguns tipos de restos de plantas (como o jacinto de água e o nim) mostraram que as plantas que foram fertilizadas com estes vermicompostos tiveram crescimentos superiores; os vermicompostos podem eliminar a necessidade de fertilizantes e serem assim adequados à agricultura biológica, e podem tratar diversos tipos de resíduos, desde que se selecione a variedade de minhocas e se tenham condições adequadas (Gajalakshmi & Abbasi, 2008; Lim et al., 2016).

A vermicompostagem tem como desvantagens: exigir controlo do pH, próximo de 7, necessitando às vezes de ser corrigido para próximo deste valor; em função dos resíduos a tratar pode ser necessário proceder a um processo de compostagem inicial; a liberta lixiviados que é necessário tratar; o processo pode libertar gases com efeito de estufa, se o composto não for remexido; há que ter um controlo da humidade, sendo necessário fazer regas nos períodos de tempo seco, ou evitar que os locais sejam afetados pela chuva; há que fazer a colheita de minhocas de modo a que a população das mesmas não ultrapasse determinados limites; há que retirar o vermicomposto e fornecer material orgânico adequado e quando necessário, e, como no processo não são atingidas temperaturas elevadas, pode não se dar inoculação de alguns dos possíveis agentes patógenos existentes nos resíduos (Gajalakshmi & Abbasi, 2008; Lim et al., 2016).

A associação da compostagem de da vermicompostagem permite eliminar algumas das desvantagens associadas a cada um dos processos de forma isolada. Uma das principais vantagens desta associação é que a compostagem inicial permite reduzir ou eliminar a possibilidade da existência de patógenos no vermicomposto, permite reduzir alguns materiais ou organismos nocivos à proliferação das minhocas. Para além desta a vermicompostagem permite reduzir o tamanho das partículas do composto e o tempo e custos associados à etapa da fase mesófila ou de estabilização do composto. Neste sentido a associação dos tipos de compostagem permite ser a mais indicada (Lim et al., 2016).

Estudos efetuados por Couth & Trois, (2012), apud Lim et al. (2016), mostraram que numa análise custo benefício indica como vantajoso o sistema de compostagem baseada nos sistemas de pilhas nos países africanos em relação à deposição, sendo, no entanto, menos vantajoso que os sistemas de tratamento com produção de biogás. Os sistemas de compostagem/vermicompostagem têm um menor custo de construção e podem gerar rendimentos através da venda dos compostos e/ou das minhocas, podendo ser considerada uma técnica sustentável que permite tratar e fornecer a possibilidade de reutilização/reposição nos locais onde os recursos iniciais foram retirados (Lim et al., 2016).

4.3.3. Exemplos de sistemas existentes

Wilson et al. (2015) referem o sistema de gestão existente na ilha de Santa Cruz, situada no arquipélago das Galápagos no Equador, onde existe um sistema de separação na fonte, recolha, reciclagem e compostagem. O sistema funciona com os resíduos a serem separados no produtor que os divide em quatro categorias:

- i) resíduos orgânicos que são colocados num contentor verde;
- ii) os resíduos recicláveis são colocados num contentor azul;
- iii) os não recicláveis são colocados num contentor preto, e;
- iv) os resíduos perigosos, como os de origem hospitalar são colocados num contentor vermelho.

Os resíduos são recolhidos pela entidade gestora em diferentes dias/horas, sendo as pessoas informadas e aconselhadas a colocarem o tipo de resíduos na rua nessa hora programada. Os resíduos orgânicos são reencaminhados para uma central de compostagem, cujos compostos finais são vendidos ou reutilizados como fertilizantes nas zonas verdes publicas urbanas. Os resíduos recicláveis são compactados e enviados para uma central ou empresas de valorização. Os resíduos não recicláveis nem orgânicos são enviados para um aterro sanitário.

Fehr et al. (2000) propuseram um modelo para pequenas cidades do interior do Brasil em que existiam dois tipos de resíduos sólidos domésticos. Um, os resíduos biodegradáveis (resíduos húmidos) que seriam recolhidos diariamente em sacos plásticos fechados para posteriormente serem tratados num sistema de compostagem. O outro, os resíduos não degradáveis (resíduos secos) seriam armazenados na fonte e recolhidos periodicamente para posterior seleção, valorização ou tratamento. Segundo os autores este sistema permite a diminuição dos custos de formação por causa da separação dos resíduos na fonte e permite a criação de pequenas empresas que podem fazer a recolha e valorização dos resíduos.

4.4. As energias renováveis na habitação social nos PD

4.4.1. A energia como fator de desenvolvimento

A energia é um dos bens essenciais para o desenvolvimento das sociedades, tendo o consumo da mesma aumentado em todos os países, mas essencialmente nos PD que precisam ter fontes de energia com fornecimentos regulares e com capacidade de suprir as necessidades crescentes para se poderem desenvolver (Okoro & Madueme, 2006). A segurança energética, o desenvolvimento económico e a proteção ambiental devem ser as principais estratégias de qualquer país (Omer, 2008). Nos PD a principal fonte de

energia é a biomassa, essencialmente nos menos desenvolvidos e nas zonas rurais e periurbanas (Hancock, 2015; Mononen & Pitkänen, 2016).

A energia é uma das fontes base para o desenvolvimento de uma região, porque permite criar empresas, novas atividades e por consequência emprego e aumento dos rendimentos, mas também melhores acessos à saúde, educação, menores desigualdades de género, melhoria das condições de habitabilidade dos edifícios e tornar as regiões periurbanas e rurais mais atrativas (Cabraal et al., 2005).

A falta de energia nos países da África Subsaariana tem sido considerada como um dos principais fatores que impedem o desenvolvimento da mesma, quer seja em termos industriais ou agrícolas, sendo que no campo agrícola poderia contribuir para a melhoria das capacidades alimentares desta região (Hancock, 2015; Schwerhoff & Sy, 2017).

Os PD, nomeadamente, os países de África subsaariana são os países que maior índice de crescimento populacional têm e aqueles que menores consumos de energia elétrica fazem em virtude da falta de meios de produção, embora tenham condições favoráveis para a produzir, alguns em termos de hídrica (clima tropicais húmidos, correspondentes às classificações de Koppën; A, Af, Am, Aw), outros em termos de solar (climas tropicais secos, correspondentes às classificações; BS, BW, BSh, BWh, BShs, BShw) e eólica nalgumas regiões (Diabaté et al., 2004).

Muitos dos PD são ricos em combustíveis fósseis e veem nestes o meio mais fácil de resolver os seus problemas energéticos e desenvolvimento da economia sem olharem aos impactos futuros que a utilização destes têm (Foster & Elzinga, 2015).

São consideradas como energias renováveis a energia solar, a energia hídrica, a energia dos ventos, a biomassa, a energia das marés e a energia geotérmica. O Sol está na origem de quase todas as energias renováveis (Panwar, et al., 2011), de uma forma direta ou indireta, como se apresenta na figura 33.

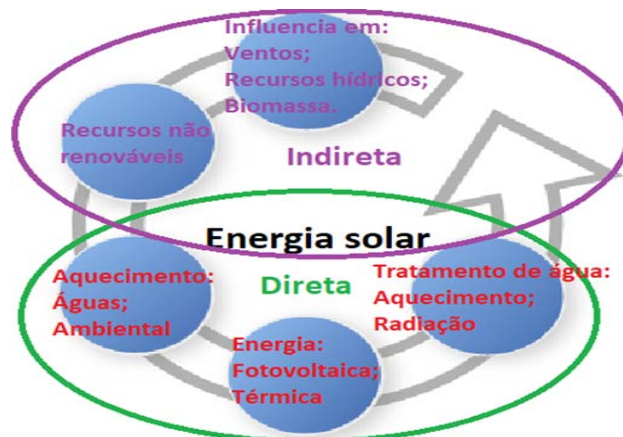


Figura 33 - Energia solar e sua ligação com as restantes

A energia solar é assim a fonte de energia mais abundante existente na Terra. A segunda fonte de energia mais abundante é o vento, mas representa só cerca de 1/3 da energia solar total disponível, seguindo-se a energia geotérmica, biomassa e hídrica (Chu, 2011).

A tabela 7 apresenta os potenciais valores das energias renováveis em África, demonstrando o alto potencial da energia solar, em termos globais e da hídrica na zona tropical húmida do centro de África.

Tabela 7 - Potencial de gerar energia elétrica através de fontes renováveis em África (fonte Mandelli et al., 2014, p. 665)

Região	Eólica	Solar	Hídrica	Biomassa	Geotérmica
Norte	1014	2025	78	257	
Centro	120	915	1057	1572	
Oriental	1443	3953	578	642	88
Ocidental	394	1265	105	64	
Sul	852	3128	26	96	
África total	3823	11286	1844	2631	88

4.4.2. Energia solar

A radiação solar direta que pode ser usada; na produção de energia elétrica, no aquecimento de água, para tratar água e transformar esta em potável (através do choque térmico ou da evaporação), para cozinhar, para secar (roupa, cereais e outros produtos), para aquecer ou arrefecer edifícios (de uma maneira ativa ou passiva) e, de maneira indireta através da produção de biomassa, eólica, hídrica (Kalogirou, 2004).

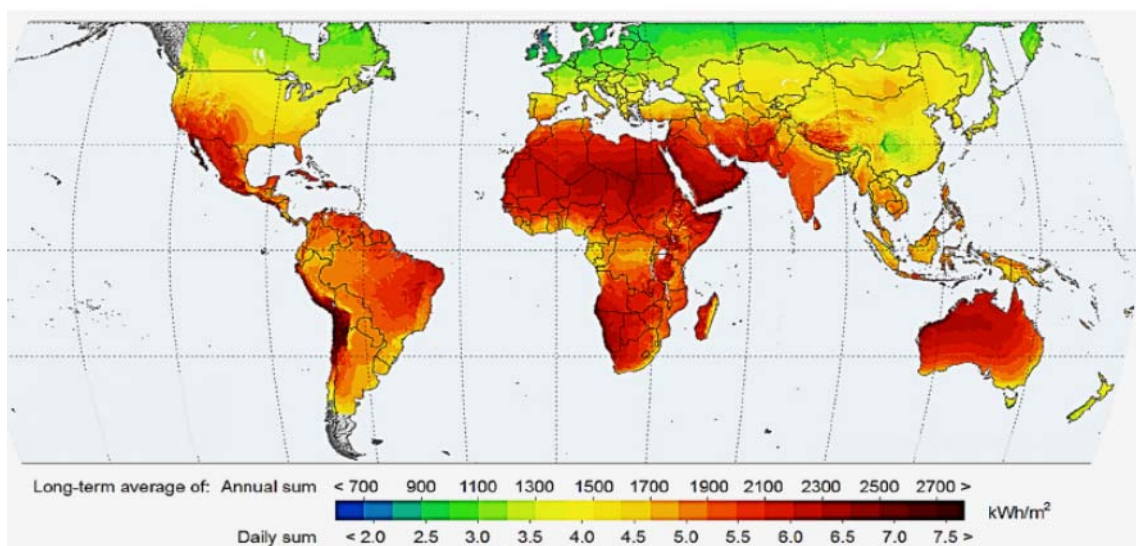


Figura 34 - Mapa de radiação global horizontal (fonte Solargis, apud Kannan & Vakeesan, 2016, p. 1093)

A radiação solar direta numa perpendicular representa cerca de 1360 W/m^2 , no entanto nem toda esta energia chega à superfície da terra e a todas as regiões com a mesma intensidade, em virtude de a terra ser uma superfície esférica e as camadas superiores da atmosfera refletirem para o espaço uma parte desta energia. Assim quando o Sol se encontra na perpendicular (zénite) de um determinado local a energia que chega ao solo é de cerca de 1000 W/m^2 , o que favorece as regiões mais próximas do Equador, em que neste caso os valores são de cerca de 1120 W/m^2 , ou $1,12 \text{ kJ/m}^2$ (McGuigan et al., 2012), reduzindo-se conforme aumenta a latitude, (IEA; 2011), como a figura 34, apresentada na página anterior, demonstra.

Outro fator que afeta a radiação solar que chega ao solo são as nuvens e por essa razão os dias claros sem nuvens têm uma maior radiação solar. Assim para além da possível radiação em função da latitude em relação ao Equador há a necessidade de se conhecer a percentagem de dias por mês com céu descoberto, que permite estimar a percentagem de energia solar que atinge o solo num determinado local. Diabaté et al., (2004) dividiram África em 20 zonas com base neste índice, que na figura 35 se apresenta.

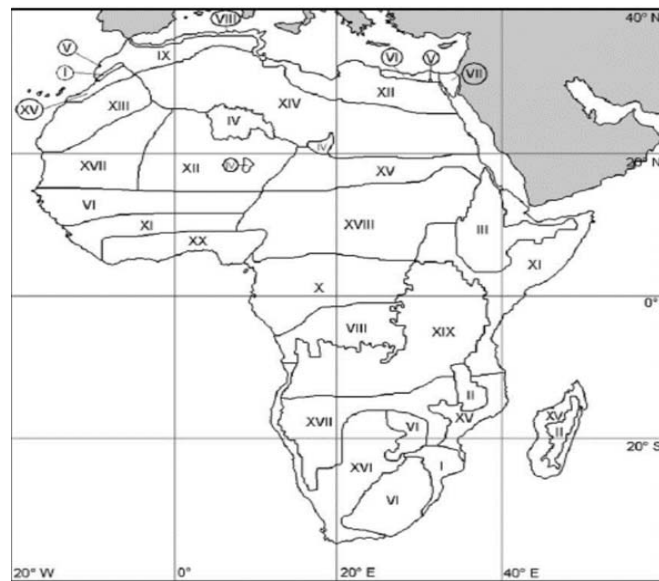


Figura 35 - Classes de zonas de radiação solar em África (fonte Diabaté et al., 2004, p. 739)

Neste mapa Diabaté et al., (2004) indicam que Angola tem entre um mínimo de 33% e um máximo de 68% de dias claros, sendo que os valores médios mais elevados são obtidos na província do Namibe.

Chineke et al., (2010) apresentam um mapa com os valores de radiação solar de África afirmando que em todas as regiões, mesmo naquelas em que a radiação solar é menor é possível ter esta fonte de energia a satisfazer a maior parte das necessidades dos consumos domésticos quer em zonas urbanas ou rurais, fazendo esta afirmação com base nos valores apresentados por Adeoti et al. (2001), que dizem que os consumos

domésticos estimados por cada família são de cerca de 2324Wh/m²/dia, sendo que em toda a África o valor da radiação solar anda entre os 3000 e 7000 Wh/m²/dia, referindo como um dos menores o valor de Kinshasa que é de 4390 Wh/m²/dia.

4.4.3. Painéis coletores solares fotovoltaicos ou térmicos

A utilização da energia solar para produção de energia elétrica em regiões remotas permite satisfazer a maior parte das vezes as necessidades locais, sendo vantajosa essencialmente quando nesses locais a radiação solar é abundante e não existem outros meios de produção ou de distribuição próximos (Schwerhoff & Sy, 2017).

Os painéis solares fotovoltaicos transformam a energia solar em energia elétrica através de células fotovoltaicas que geralmente são construídas por materiais com propriedades semicondutoras, sendo o mais usual o silício nas variedades monocristalino (geralmente a mais eficiente com cerca de 15%), policristalino (eficiência de produção de cerca de 12%) e amorfo (eficiência de cerca de 8%). O silício monocristalino tem um custo elevado de produção e exige no seu fabrico uma grande quantidade de energia e por tal tem uma elevada mochila ecológica. A energia produzida pelos painéis pode ser usada diretamente na forma de energia contínua, ou transformada em alternada através de um inversor, mas também pode ser em baterias, ou outros meios que posteriormente possam ser transformados em energia quando se necessita (Neves, 2010; Fukurozaki, 2011).

Para além da produção só existir nas horas em que há luz solar e variar com a luminosidade, outra das desvantagens da energia solar é que exige muito espaço, ocupando grandes áreas de terreno (Panwar et al., 2011).

A produção de energia elétrica com base na transformação da energia solar em energia térmica e depois em energia elétrica, é um processo que utiliza a radiação solar para aquecer um determinado material e posteriormente usa este para produzir energia. Um dos processos mais simples é a utilização de coletores solares de alto desempenho para aquecer água até à ebulição e utilizar o vapor de água para fazer movimentar um gerador (Panwar et al., 2011).

Os coletores solares para além da produção de energia podem ser utilizados no aquecimento de água e noutras finalidades. Os coletores solares para aquecimento de água são geralmente do tipo coletores solares planos e coletores de tubo de vácuo. Quando se pretendem temperaturas muito elevadas, neste caso para a produção de vapor a temperaturas elevadas, podem ser usados os pratos parabólicos, os concentradores parabólicos lineares e os concentradores lineares com refletor Fresnel (Kalogirou, 2004).

Os coletores solares térmicos podem ser utilizados na pasteurização e destilação, na produção de energia, na produção de vapor de água para fins industriais, na construção

de fogões solares, na secagem de produtos industriais e agrícolas e outros, (Kalogirou, 2004; Panwar et al., 2011; Kalt et al, 2014). Também podem ser utilizados em funções duplas como na produção de energia e no aquecimento de água ou ar (Tian & Zhao, 2013).

4.4.4. O tratamento de água

4.4.4.1. As necessidades diárias de água

Howard & Bartram (2003) relacionaram a disponibilidade de água potável em consumo diário por pessoa, com a distância ou tempo necessário a obtê-la, com as necessidades que se conseguem satisfazer com essa quantidade e o nível de cuidados de saúde que se pode satisfazer, onde disponibilidades para consumos por pessoa iguais ou inferiores a 5 litros, com distância superiores a 1000 m ou 30 minutos, não garantem as condições de higiene pessoal e estão relacionadas com preocupações de saúde muito elevadas, sendo que só quantidades a partir de 50 litros por pessoa por dia e distâncias a percorrer até 100 m ou 5 minutos permitem satisfazer as necessidades de consumo incluindo higiene pessoal e lavagens, com baixos riscos para a saúde.

A ausência de disponibilidade de quantidades inferiores a 20 litros por dia pode colocar em causa a saúde das pessoas, sendo esta a quantidade mínima que há que assegurar para as necessidades domésticas. As necessidades para reidratação variam conforme; a temperatura, a idade e estado das pessoas, a atividade que se está a executar e, a exposição direta ao Sol. Estes valores podem variar desde 1 a 4,5 litros de água por dia. Adicionado a este valor as necessidades para cozinhar, um valor mínimo por pessoa de 7,5 litros de água é necessário para estas atividades. Para a lavagem de louça os valores mínimos necessários por pessoa por dia variam conforme as populações e hábitos associados, mas valores de referência pode ser de cerca de 6,6 litros e a quantidade para tomar banho de 7,6 litros. Em situações de catástrofes e emergências o valor mínimo a considerar é de 7,5 litros por dia por pessoa (Howard & Bratram, 2003).

4.4.4.2. Processos de tratamento de água

A água para ter condições de ser utilizada de modo que não afete a saúde do homem, ou seja, ser potável, precisa de sofrer um tratamento que envolve a remoção de pequenos seres vivos existentes nela (algas, rotíferos, bactérias, fungos, vírus) e minerais que sejam considerados nocivos (em termos de espécie e de quantidades admissíveis) (Padmaja, et al., 2014).

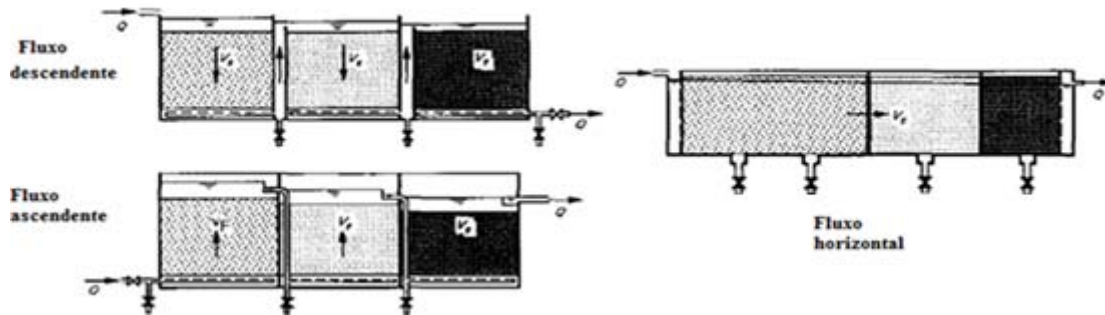


Figura 36 - Esquema de funcionamento dos filtros de areia (adaptado de Wegelin et al., 1991, p.307)

Os processos de tratamento da água são normalmente constituídos pela filtração (como por exemplo o da figura 36), desinfecção e remoção/tratamentos finais de potabilização. Por sua vez os métodos utilizados podem ser do tipo físico, químico e baseados em fontes intensivas de energia. A escolha do método a utilizar depende de fatores como; a quantidade de água a tratar, as características da água a tratar e as características desejadas após o tratamento, o custo com o tratamento e, as condições de tratamento existentes e disponíveis no local (Cheremisnof, 2002). Os processos mais utilizados no tratamento de água superficiais são processos que utilizam várias etapas, porque as águas superficiais podem estar sujeitas a acontecimentos que podem alterar as suas características (Cheremisnof, 2002; Padmaja, et al., 2014).

O processo mais antigo de tratamento de água é o baseado em filtros de areia onde a água passa lentamente e nos quais são colocados materiais filtrantes de granulometria descendente em que a água vai depositando partículas que nela estão dissolvidas, ficando também retidos a maior parte dos patógenos existentes, porque nestes filtros se formam culturas biológicas que os colhem. É um tratamento bastante usado uma vez que não necessita de produtos químicos nem tem componentes mecânicos que precisam de manutenção e substituição (Wegelin et al., 1991; Abraham et al., 2015).

Tem como desvantagens a necessidade de grandes espaços de construção, a necessidade de pré-filtrações porque o seu funcionamento é afetado pela turbidez da água, há a necessidade da limpeza regular dos filtros e, alguns tipos de patógenos, como alguns tipos vírus, não são removidos totalmente por este tratamento (Wegelin et al., 1991; Abraham et al., 2015).

A maior parte dos processos industriais (tabela 8 da página seguinte) utilizam produtos químicos e/ou energia, que nem sempre podem estar disponíveis, essencialmente em regiões remotas dos PD. Nestas situações, sistemas que não dependam de produtos e manutenções com componentes importados, que exijam menores cuidados técnicos e inspeções, simples de usar e de baixo custo são mais sustentáveis (Wegelin et al., 1991; Villén, et al., 2006; McGuigan et al., 2012).

Tabela 8 - Alguns dos principais tratamentos industriais de água

Tratamentos industriais			
	Composição- indicações	Vantagens	Desvantagens
Filtração	Sistema de filtração por etapas começando por filtros de maior abertura que vai diminuindo. Podem ser sistemas de filtros de areia e outros. Os de areia são sistemas de filtração lenta onde se formam culturas biológicas que retém a maior parte das partículas e dos patógenos. Processo adequado a águas brutas pouco poluídas, (Wegelin et al., 1991; Abraham et al., 2015).	Não necessitam de produtos químicos, nem de sistemas mecânicos que precisem de manutenção e de substituição, essencialmente nos sistemas de filtração lenta de areia, que também não consomem energia, (Wegelin et al., 1991; Abraham et al., 2015).	Exigem grande espaço. Precisam da limpeza periódica dos filtros. Alguns tipos de patógenos existentes na água podem não ser totalmente removidos, como alguns vírus e precisam de águas com pouca turbidez, podendo ser necessário instalar pré-filtrações, (Wegelin et al., 1991; Abraham et al., 2015)
Desinfecção química e por radiação	Sistema baseado em etapas, conforme a composição da água bruta, podendo ter: a etapa de sedimentação onde se podem adicionar produtos químicos para se fazer a coagulação, floculação, decantação e, eventualmente a pré-desinfecção; filtração e eventual correção química, a filtração pode ser com filtros de areia e outros ou membranas (de osmose e outras) e; a desinfecção com cloro, ozono, luz ultravioleta ou outros. O sistema a utilizar vai depender do tipo de água bruta e por essa razão podem ser adaptados a muitos tipos de águas, (Padmaja et al., 2014).	Sistemas complexos que no caso de estarem a funcionar corretamente garantem a qualidade final da água, permitindo também, essencialmente no caso do uso do cloro, que a água durante um determinado tempo possa ser armazenada, ou transportada sem haver o problema da reversão ou de surgimento de novos patógenos (Padmaja et al., 2014)	São processos caros que precisam de manutenção e de substituição de peças e que também podem recorrer a produtos químicos. São sistemas que exigem um controlo constante das condições de funcionamento e das características das águas brutas. São sistemas que consomem energia e podem desperdiçar muita água (no caso da osmose). O sistema com base no uso do cloro (o mais barato e mais utilizado) pode originar partículas cancerígenas (trialometanos) sendo aconselhável uma filtração após a desinfecção, (Wegelin et al., 1991; Mancini et al., 2005; Padmaja et al., 2014)
Tratamentos eletroquímicos	Sistemas baseados na eletrocoagulação, eletrodialise e eletroflutuação, onde se utilizam cargas elétricas para remover componentes metais, nitratos e componentes orgânicos. Estão geralmente associados a sistemas de microfiltração. Adequados a águas brutas com minerais pesados, nitratos e óleos, (Padmaja et al., 2014).	Permitem remover elementos difíceis de tirar da água, como metais pesados, nitratos e óleos, (Padmaja et al., 2014).	São processos caros que precisam de manutenção e de substituição de peças e que também podem recorrer a produtos químicos. São sistemas que consomem muita energia e precisam de controlos constantes, Padmaja et al., 2014).
Destilação	Sistema baseado na destilação da água através do aquecimento desta. Adequado a qualquer tipo de água desde que não tenha compostos voláteis. Geralmente utilizado para a água do mar, (Koning & Thiesen, 2005).	Permite remover todos os elementos presentes na água (se esta não tiver elementos que evaporem ao mesmo tempo), criando águas (destiladas) puras, (Koning & Thiesen, 2005).	Processos, complexos e caros que exigem muita energia (2.260 kJ/litro). Desmineralizam totalmente a água, sendo necessário adicionar minerais em águas para consumo humano, (Koning & Thiesen, 2005).

A escolha do método a utilizar depende de fatores como; a quantidade de água a tratar, as características da água a tratar e as características desejadas após o tratamento, o

custo com o tratamento e, as condições de tratamento existentes e disponíveis no local (Cheremisnof, 2002). Muitas vezes os sistemas industriais são difíceis de conseguir e tem de se recorrer aos tratamentos domésticos. A tabela 9 refere alguns destes principais sistemas de tratamento com as suas vantagens e desvantagens.

O tratamento de água também pode ser feito com outros sistemas, quer a nível domésticos quer a nível industrial. Um dos tratamentos que também é possível é o que se pode fazer com base na utilização da energia e radiação solar, que para além de tratamentos domésticos, de pequena dimensão, pode também ser utilizado em tratamentos de maiores dimensões. Os tratamentos com base na energia solar podem ser do tipo pasteurização, destilação e desinfecção através dos raios ultravioletas existentes na luz solar e, desinfecção com ajuda da fotocatalise, (Kalt et al., 2014), como apresentado na figura 37 da página seguinte.

Tabela 9 - Principais tratamentos domésticos de água

Tratamentos domésticos			
	Composição- indicações	Vantagens	Desvantagens
Pasteurização	Sistema baseado no aquecimento da água até esta ferver (o mais usual). Indicado para águas com pouca turbidez e sem materiais (pesados) nocivos, (WHO, 2011; Arvai, & Post, 2012)	É um método simples que permite inocular os patógenos existentes na água e que pode ser utilizado em qualquer local (WHO, 2011; Arvai, & Post, 2012).	Exigem altas temperaturas e necessitam de muita energia, às vezes com elevados custos económicos e ambientais devido a combustíveis poluentes. Não remove materiais que estejam na água, necessitando ser filtrada antes de ser aquecida, tem de consumida em 24 horas, (WHO, 2011; Arvai, & Post, 2012).
Desinfecção solar	Sistema baseado na desinfecção feita pelos raios solares, tendo a água de ser colocada num recipiente transparente. Indicado para águas com pouca turbidez e sem materiais (pesados) nocivos, (WHO, 2011; Arvai, & Post, 2012)	É um método simples que permite inocular os patógenos existentes na água e que pode ser utilizado em qualquer local, desde que a radiação solar seja alta, (WHO, 2011; Arvai, & Post, 2012).	Exige águas com pouca turbidez. Não remove partículas. Precisa de elevada radiação solar (um dia ao Sol, pelo menos). A água tem de ser consumida diretamente do recipiente e no máximo em 24 horas, (WHO, 2011; Arvai, & Post, 2012).
Desinfecção química	Baseia-se na adição de produtos químicos, normalmente hipoclorito de sódio ou iodo. Utilizado em águas com pouca turbidez, (WHO, 2011; Arvai, & Post, 2012).	É um método simples que permite inocular os patógenos existentes na água e que pode ser utilizado em qualquer local, (WHO, 2011; Arvai, & Post, 2012).	Exige águas com pouca turbidez. Não remove partículas. A quantidade de produtos químicos a utilizar depende da quantidade de elementos orgânicos presentes na água. Podem-se formar compostos nocivos para a saúde humana, (WHO, 2011; Arvai, & Post, 2012).

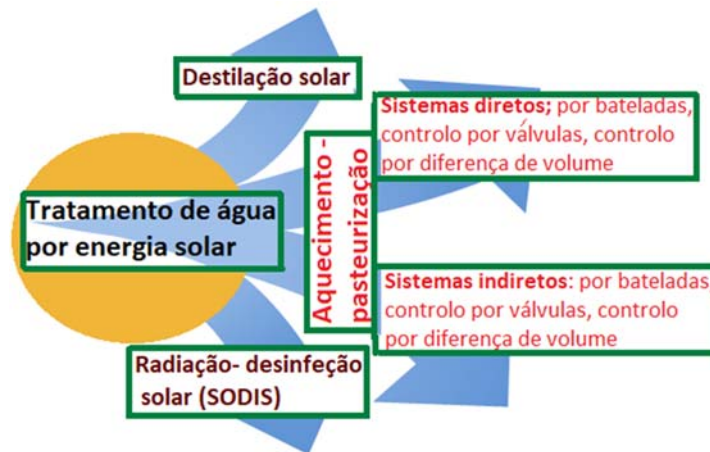


Figura 37 - Tratamento de água baseado na energia solar direta

Pasteurização

A pasteurização é um processo em que a água é aquecida a determinadas temperaturas durante determinado tempo com o objetivo de inativar patógenos existentes. Estes têm capacidade de resistência diferenciadas à temperatura. Normalmente a resistência dos vermes e cistos de protozoários colapsa a partir das temperaturas superiores a 55°C, bactérias como algumas salmonelas, cólera e rotavírus começam a ser destruídos a temperaturas superiores a 60°C (Kalt et al., 2014).

Estudos efetuados com o vírus da hepatite demonstraram que há a necessidade de temperaturas mínimas de 71,1°C durante 30 segundos (Parry & Mortimer, 1984, apud Duff & Hodgson, 2005). No entanto algumas bactérias são resistentes a temperaturas mais elevadas, como a pseudomonas aeruginosa que é um patógeno oportunista que tem uma elevada capacidade de resistência a ambientes hostis e que só a temperaturas à volta dos 85°C se consegue inativar, bastando 15 segundos a esta temperatura (Carielo et al., 2017).

Podemos classificar os sistemas baseados em coletores solares em três tipos. O primeiro, também chamado por bateladas em que água é pasteurizada através do aquecimento num sistema de coletor solar tipo fogão ou outro, onde num recipiente se coloca um determinado volume de água e um sistema de controlo baseado num material que se liquidifica ao atingir uma determinada temperatura durante um determinado tempo (tipo material de mudança de fase-PCM), nos dá a indicação de que aquele volume de água está tratado. O segundo baseia-se na utilização de coletores solares nos quais, ou num sistema complementar, existe uma válvula termostática, ou equipamentos eletromecânicos e sensores controlados ou não por microprocessadores, que ao atingir uma determinada temperatura abre total ou parcialmente, fechando-se ao diminuir a temperatura. No terceiro tipo a garantia de que a água atingiu a temperatura de

pasteurização é dada pela diferença de volume que a água tem em função das temperaturas (Duff & Hogdson, 2005).

A figura 38 apresenta os principais sistemas baseados nos coletores solares.

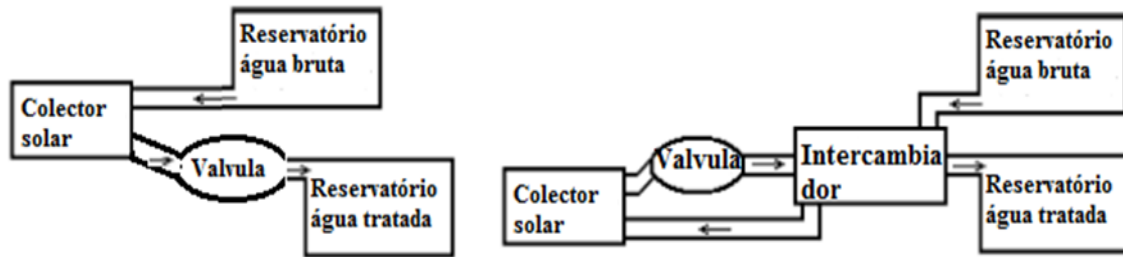


Figura 38 - Principais sistemas de tratamento de água por coletores solares (baseado em Duff & Hogdson, 2005)

Bigoni et al. (2014) apresentaram um sistema composto por painéis solares parabólicos com mecanismo para acompanhar o Sol, foi testado na Suíça, localização de 47° 28' N e 8°36' E, nos meses de Junho a Agosto, com valores médios de insolação de 850 W/m², permitiu pasteurizar um máximo de 66 litros por dia. A válvula de funcionamento abria totalmente ao atingir a temperatura considerada ótima de pasteurização aos 87°C, que era a temperatura média no ponto de saída da água e fechava aos 82-83°C.

Vantagens e desvantagens dos sistemas de tratamento com base na pasteurização	Sistemas	Vantagens	Desvantagens
	Sistemas baseados em bateladas	Podem ser utilizados em diversos tipos de soluções para além dos coletores solares, como por exemplo nos fogões solares (Hogdson, 2005).	Necessitam de controladores eletromecânicos e/ou válvulas, ou de manuseamento manual para verificar se atingiu a temperatura e retirar a água tratada e colocar nova a tratar (Hogdson, 2005; Carielo et al., 2017).
	Controle com válvulas	Evitam o manuseamento e permitem controlar o fluxo em função da temperatura. Podem ser utilizados em diversos sistemas (MacLoughlin et al., 2004; Duff & Hogdson, 2005; Bigoni et al., 2014).	As válvulas podem ter desgastes que originem a abertura antes da temperatura ideal ou até o não fecho parcial ou total, exigindo controlo periódico (Duff & Hogdson, 2005).
	Controle com diferença de volume	Evitam a necessidade de válvulas e os possíveis problemas associados a estas (Duff & Hogdson, 2005; Duff et al., 2010).	São sistemas com instalações mais complexas. A temperatura de saída da água depende da temperatura da entrada ou então há a necessidade de fazer acertos na altura da saída (Duff & Hogdson, 2005; Duff et al., 2010; Carielo et al., 2017).

Figura 39 - Vantagens e desvantagens do tratamento de água por pasteurização

A válvula era fabricada pela empresa Behr Thermo-tronik, Kornwestheim, da Alemanha, modelo Thermostat 1.060.87, com funcionamento totalmente mecânico sem qualquer necessidade de energia e baseava-se numa parafina (PCM- Phase Change Material) que tem uma temperatura de fusão de $87 \pm 2^\circ\text{C}$, com um tempo de fusão entre 2 a 3 segundos, que com o aumento de volume ao se tornar líquida fazia movimentar um pistão que abria a zona de passagem da água, com o abaixamento da temperatura e diminuição do volume, a mola empurra o pistão e fecha a zona de passagem da água.

A figura 39, da página anterior, faz um resumo das vantagens e desvantagens dos principais sistemas de tratamento de água com base na pasteurização.

Desinfecção solar e sistemas mistos

Este sistema é o mais simples de todos eles sendo conhecido como SODIS (Solar Desinfection System), baseia-se na capacidade dos raios ultravioleta, essencialmente os situados na gama entre os comprimentos de onda entre os 100 e 400 nm (nanómetros) têm de causar danos ao DNA existentes nas células. A maior eficiência nota-se na faixa de raios situada entre os 320 a 400 nm (Blanco et al., 2009; Abraham et al., 2015). Estudos efetuados por McLoughlin et al., (2004) indicaram que o sistema com maior rendimento era o baseado em sistemas parabólicos refletores compostos. A figura 40 apresenta um sistema de desinfecção solar baseado num sistema de coletor parabólico.

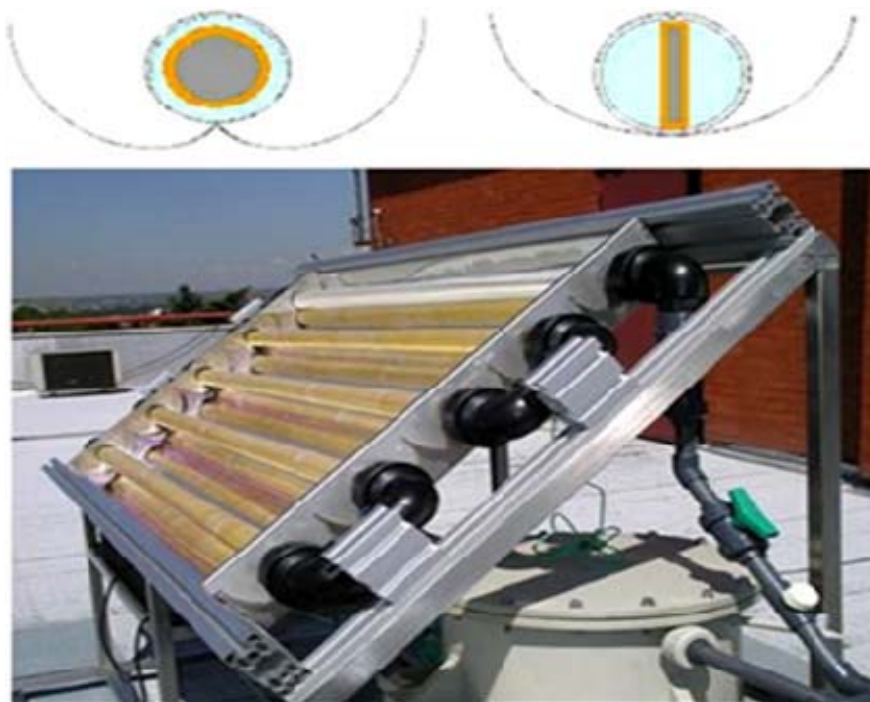


Figura 40 - Coletor solar parabólico para desinfecção solar da AoSol (Villén et al., 2006 p.3)

A eficiência aumenta quando associados a uma temperatura superior a 45°C, aumentando o fator de eficiência conforme aumenta a temperatura a que a água a tratar se encontra, até um limite de 60°C, diminuindo com a turbidez da água e com a profundidade que os raios solares têm de atravessar (Blanco et al., 2009; Kalt et al., 2014; Amsberry et al., 2015).

A tabela 10 apresenta os principais sistemas de tratamento de água por coletores solares diferenciando as vantagens e desvantagens dos sistemas diretos e indiretos.

Tabela 10 - Tratamento de água por coletores diretos ou com permutador de calor

Tratamento de água por coletores solares		
	Vantagens	Desvantagens
Sistemas diretos ou de termosifão	São sistemas mais simples e podem não ter componentes eletromecânicos. Permitem associar a pasteurização com o tratamento por radiação solar (Gill & Price, 2010).	Como usam um fluido no circuito do coletor a água, esta como tem menor capacidade de absorção da energia solar e atinge a ebulição a cerca de 100°C, atinge-se menores temperaturas e demora mais tempo a atingir a temperatura desejada. Se a água entrar em ebulição o sistema perde capacidade (Duff & Hodgson, 2005).
Sistemas indiretos com permutador de calor	Pode-se utilizar fluidos que tem maior capacidade de absorção da energia solar e com isso exigir menores quantidades de radiação para o processo funcionar (Duff & Hodgson, 2005, Carielo et al., 2014).	São sistemas mais complexos e mais caros que podem exigir para o seu funcionamento a necessidade de existir fornecimento de energia elétrica. Os fluidos podem ser perigosos para a saúde e não pode haver qualquer contato com a água (Carielo et al., 2014).

O processo de desinfecção pode ser acelerado através da fotocatalise, que se trata de uma reação química que se dá na presença um catalisador, normalmente, um semicondutor que absorve a energia da radiação solar e origina movimentos nos elétrons entre átomos e leva à formação de oxigênio reativo que reage com contaminantes e organismos causando a sua destruição. O catalisador mais usado no tratamento de água é o dióxido de titânio (TiO₂), que é um semicondutor que capta os fótons presentes nos raios ultravioletas (UV) com comprimentos de onda menores que 390 nm (McGuigan et al., 2012). Os processos de tratamento que utilizam a fotocatalise são geralmente processos de bateladas (Blanco et al., 2009).

A pasteurização e desinfecção não removem da água elementos que estejam dissolvidos nela. A Organização Mundial de Saúde (OMS-WHO) indica que a água para consumo humano deve ter no máximo 500 partes por milhão (ppm) de sais dissolvidos, mas a maior parte da água disponível na terra tem mais de 10.000 ppm (Kaligorou, 2005). Alguns destes elementos como os sais só conseguem ser removidos através da destilação ou outros processos intensivos em energia elétrica. Como muitas localidades

remotas dos PD só conseguem ter acesso a águas que só se conseguem tratar adequadamente por estes processos, a seguir apresenta-se os processos de tratamento baseados na destilação solar.

Destilação solar

A energia necessária para evaporar um litro/kg de água é de 2260 kJ/kg. Em muitas zonas tropicais a energia solar disponível é de aproximadamente 28.000 kJ/m² por dia o que permite evaporar cerca de 12 litros por m² por dia, no entanto existem sistemas mais eficientes que já conseguem evaporar cerca de 40 l/m²/dia (Koning & Thiesen, 2005). A destilação é um processo que permite tratar quase todos os tipos de água, desde que estas não tenham dissolvidos compostos voláteis nocivos que na destilação se libertem em conjunto com o vapor de água.

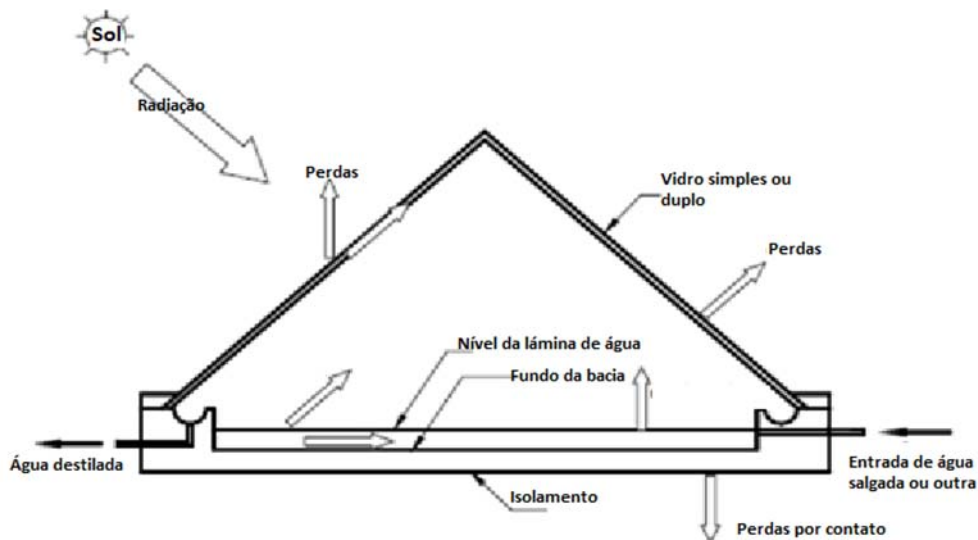


Figura 41 - Destilador solar de cobertura (adaptado de Kalogirou, 2005, p. 252)

O destilador solar básico (figura 41) funciona através do aquecimento da lâmina de água que existe no reservatório através da absorção dos raios solares, que lentamente se transforma em vapor de água e devido à saturação do ar e ao vidro existente na parte exterior estar a uma temperatura inferior, condensar o vapor de água que vai escorrer pelo mesmo e ser encaminhado para pequenos canais laterais de recolha (Kalogirou, 2005).

Koning & Thiesen (2005) desenvolveram um modelo otimizado de destilador solar, a que deram o nome de Aqua Solaris onde usam refletores para aumentar a área do coletor passando para um cubo em vez de uma superfície plana aumentando a área de evaporação, ter uma camara de evaporação e outra de condensação, fazer o pré-aquecimento da água e arrefecer a superfície de condensação. Um protótipo feito foi instalado na ilha de Bonaire onde produz cerca de 40 l/m²/dia.

4.4.4.3. Tratamento de água nas regiões rurais e periurbanas

Sistemas mais sustentáveis e adequados para os PD e regiões remotas, devem ser simples sem necessidade de energia elétrica, não depender de produtos e manutenções com componentes não locais. A solução vai depender das características da água existente nesse local, da quantidade de água a tratar e das energias (renováveis) existentes. Os sistemas de tratamento com base nos coletores solares permitem o tratamento em regiões remotas e/ou, com dificuldade no acesso à energia elétrica e a produtos químicos. Os modelos propostos pelos diversos autores são maioritariamente modelos individuais que permitem fornecer água potável para uma família ou instituição, permitindo assim que o controlo da manutenção e da qualidade da água seja feito pelos beneficiários. A capacidade de tratamento pode ser adaptada às necessidades de água tratada, aumentando a área dos painéis, ou da instalação. Os custos de funcionamento são quase nulos, exigindo só limpeza e verificação periódica. Necessitam de um sistema de pré-tratamento inicial de filtração, para remover as partículas, os mais indicados sem substituição de componentes, sendo os melhores os sistemas de filtros de areia (Wegelin et al., 1991; Cheremisinof, 2002; Villén et al., 2006; McGuigan et al., 2012; Padmaja et al., 2014, Abraham et al., 2015).

4.4.5. Os fogões solares

Nos PD, com especial referência aos países da África subsaariana, um dos principais combustíveis usados para cozinhar ainda é a lenha ou carvão que tem origem na biomassa recolhida nas florestas, contribuindo assim para a desflorestação e para o aumento dos gases de efeito de estufa, (Muthusivagami et al., 2010; Harmim et al., 2014). Cozinhar representa muitas vezes pesados encargos para as famílias em termos monetários ou em tempo despendido na recolha de biomassa (Cuce & Cuce, 2013).

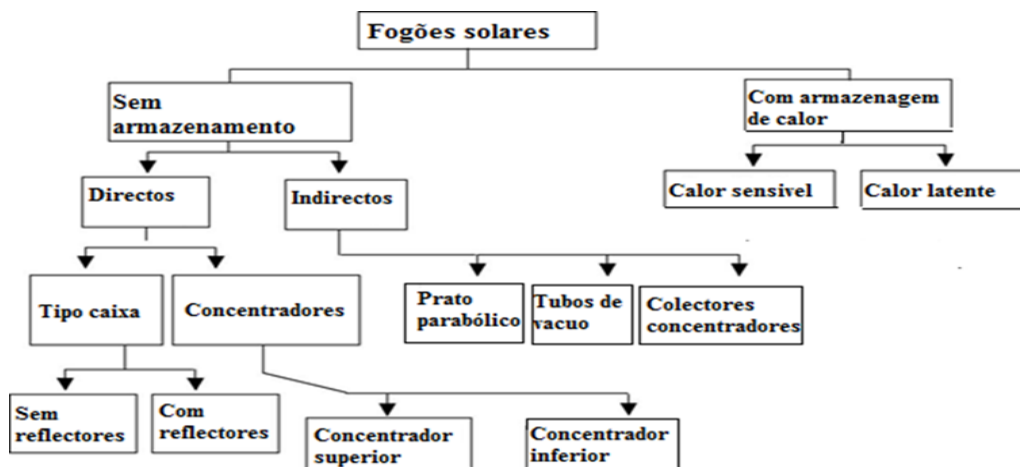


Figura 42 - Classificação dos tipos de fogões solares (adaptado de Muthusivagami et al., 2010, p. 692)

A energia solar, que existe em abundância na maior parte dos PD, é grátis e pode contribuir para a diminuição das doenças associadas à utilização da biomassa e de sistemas de combustão desta que são ineficientes (Cuce & Cuce, 2013). Um dos meios de a utilizar é através dos fogões solares, que já são utilizados em alguns países como por exemplo a Índia (Otte, 2011).

Os fogões solares baseiam-se na captação da energia solar, converte-la em calor, armazenar e transmiti-lo. Os fogões solares podem ser de dois tipos, sem armazenamento de calor e com armazenamento de calor, conforme apresentado na figura 42, da página anterior. Os que não têm armazenamento de calor podem ser classificados em diretos e indiretos. Os diretos podem ser do tipo caixa, sendo compostos por um único conjunto onde está o compartimento/caixa de cozinhar e os espelhos refletores que concentram os raios solares na caixa e no recipiente com os alimentos. Os diretos tipo concentrador solar onde através de um prato parabólico se concentram os raios solares num recipiente. Nos indiretos existe um elemento que capta os raios solares e os transforma em calor que por sua vez é encaminhado para outro local onde se faz a confeção dos alimentos. Os que têm armazenamento de calor também podem ser de dois tipos, os que armazenam calor sensível (através de pedras, areia, óleo e outros) ou de calor latente, que utilizam materiais que acumulam e posteriormente libertam energia na mudança de um estado para o outro – mudança de fase (PCM), (Muthusivagami et al., 2010; Harmim et al., 2014). A figura 43 apresenta os principais tipos de armazenamento térmico de energia.

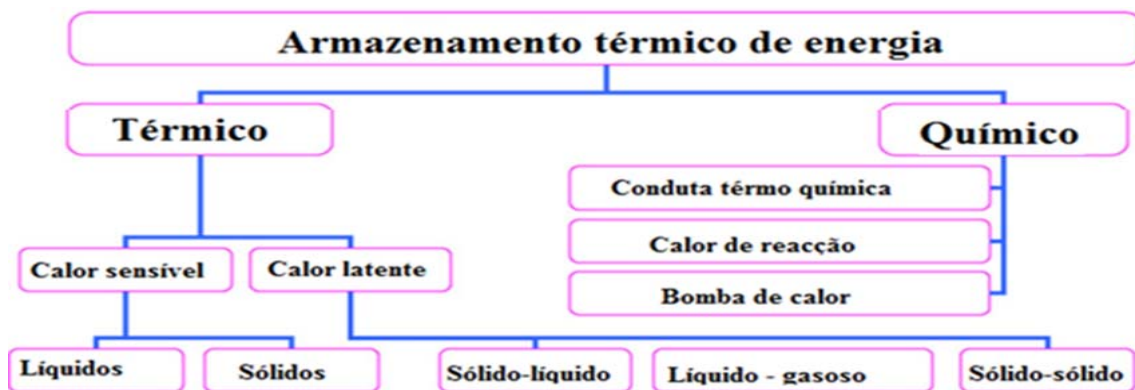


Figura 43 - Principais tipos de armazenamento térmico de energia (adaptado de Sharma et al., 2009, p. 320)

O material a utilizar no armazenamento de calor deve permitir cozinhar fora de horas da radiação solar e ter temperaturas adequadas a poder cozinhar. Para que essa vantagem funcione melhor a parte da confeção dos alimentos destes fogões solares devem estar protegida ou no interior das habitações, sendo mais indicados os modelos indiretos. Os

óleos, como o óleo de girassol, de coco e os óleos geralmente utilizados nos motores, são os materiais mais utilizados para o armazenamento de calor sensível, no entanto como têm menor capacidade de armazenamento de calor são geralmente associados a sólidos como o granito, ferro fundido e outros materiais que tenham capacidade de armazenar calor (Schwarzer & Silva, 2003; Nkhonjera et al., 2016).

Um exemplo deste tipo de fogão foi o desenvolvido por Schwarzer & Silva (2003), cuja versão inicial é apresentada na figura 44, parte a) e esquema na parte b). O coletor solar com dois espelhos refletores (mais tarde foram adicionados mais para maior poder de concentração dos raios solares) capta a energia do Sol. O fluido do coletor, óleo vegetal, que funciona por termossifão, capta o calor do coletor que aquece um reservatório onde se encontra mais óleo e pedras e onde se situam dois recipientes (panelas) incorporadas no reservatório para se pode cozinhar. As dimensões e capacidade de cozinhar quantidades de alimentos ao mesmo tempo são adaptadas às necessidades e ao local, levando a que a área dos coletores, do reservatório onde fica o óleo e das panelas integradas sejam modificadas em função das necessidades. Neste fogão se o sistema estiver quente é possível levar 5 litros de água até ao ponto de ebulição entre 10 a 12 minutos (Schwarzer & Silva, 2003).

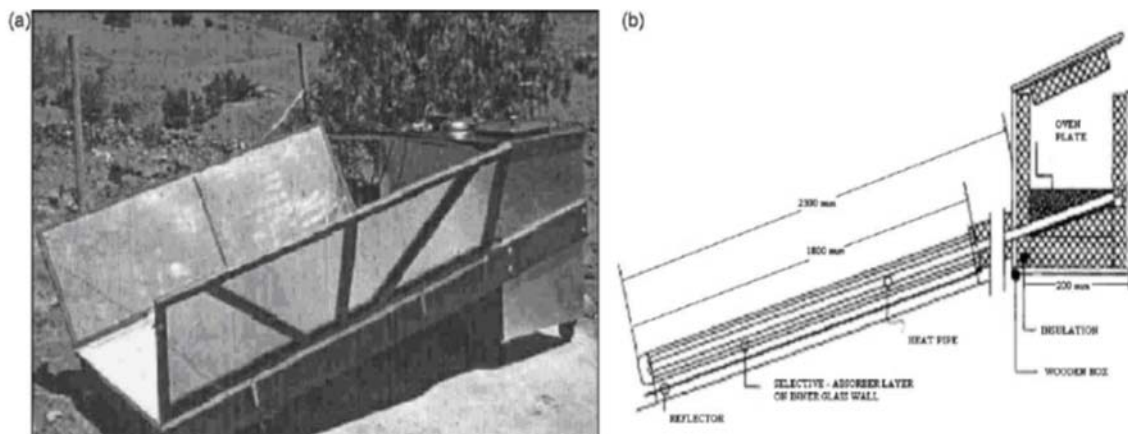


Figura 44 - Fogão solar indireto funcionando com calor latente proposto Schwarzer & Silva (2003, adaptado de Muthusivagami et al., 2010, p.695)

O armazenamento de calor sensível exige maior espaço, com maiores quantidades líquidos ou sólidos para o armazenamento do calor e conforme vão perdendo calor a temperatura vai baixando (Lefebvre & Tezel, 2017). Isso não acontece com os PCM. Um PCM adequado para armazenar energia para cozinhar deve ter uma temperatura a que o PCM muda de fase ligeiramente superior à temperatura de trabalho que se pretende utiliza. Para além disso devem; possuir grande capacidade de absorção de energia (entalpia) durante o processo de mudança de fase, ser compatíveis com o material que os vai armazenar, ter baixas variações de volume na mudança de fase, ter

estabilidade térmica e química e esta não se deve deteriorar com as sucessivas mudanças de fase e, ter condutividade elevada nas mudanças de fase. Também não devem; ter sobrearrefecimentos, ser tóxicos, ser inflamáveis e ser agressivos ao ambiente. O baixo custo é fator importante na escolha (Mendes et al., 2010; Saini et al., 2015; Chandel & Agarwal, 2017).

Os sistemas de fogões com reserva de energia baseados em PCM têm algumas desvantagens em relação aos sistemas de calor sensível (óleo e pedras) como o custo e a dificuldade em se conseguir cozinhar nos dias de menor insolação se o PCM não conseguir atingir a fusão, estes podem ter fraca capacidade de transmissão do calor o que leva a que possa haver a necessidade de os colocar em sistemas que ajudem à propagação do calor através do PCM (Mawire et al., 2008; Chandel & Argawal, 2017).

A quantidade de energia necessária para cozinhar uma refeição depende do tipo de alimento e do número de pessoas do agregado familiar. Embora alguns alimentos precisem menos que 100°C de temperatura o usual é que a temperatura mínima para cozinhar seja este valor. Assim para cozinhar uma refeição para 4 pessoas exige cerca de 2500 kJ, o que por dia dá cerca 5000 kJ para as refeições principais e mais alguma energia para o pequeno almoço. O valor mínimo de energia a armazenar, para poder cozinhar à noite e o pequeno almoço de manhã, será de pelo menos de 5000 kJ (Pawar et al., 2015).

Cozinhar tem diversas fases com diferentes consumos de energia. Cerca de 20% da energia é gasta até conseguir a ebulição, 35% gasta-se com a evaporação da água e cerca de 45% são gastas por perdas de calor por convecção através dos recipientes (paredes das panelas e outros, Muthusivagami et al., 2010). Por essa razão muitos dos modelos de fogões propostos com armazenamento de energia têm incorporadas as panelas e existe isolamento à volta destas, como por exemplo o modelo proposto por Schwarzer & Silva, (2003).

Os fogões solares podem dar um contributo para diminuir o consumo de biomassa e diminuir a deflorestação nos PD. Estes geralmente têm forte radiação solar durante quase todo o ano. Com o uso deles pode-se contribuir para diminuir a incidência de doenças afetas ao uso de fogões de biomassa que muitas vezes são ineficientes e libertam no interior das habitações partículas que podem causar problemas de saúde, como obstruções pulmonares, cancro dos pulmões, asma, cataratas e tuberculose. Os mais adequados são aqueles que permitem; cozinhar mesmo fora das horas de maior insolação pelo que precisam de ter associados um sistema de acumulação de energia para posteriormente a libertarem a cozinhar quando for necessário, ter temperaturas adequadas a cozinhar diversos tipos de alimentos incluindo fritar e, se possível cozer pão. O custo deve ser baixo de modo a que o período de retorno do investimento seja de

cerca de 2 anos (WHO, 2006; Cuce & Cuce, 2013; Lecuona et al., 2013; Pawar et al., 2015; Nkhonjera et al., 2017).

4.4.6. A biomassa como energia renovável

4.4.6.1. O uso da biomassa como fonte de energia

Desde que o ser humano descobriu as vantagens do fogo, o conseguiu dominar e ter quando o precisa, que a humanidade está dependente desta energia nas suas diversas fontes e formas. A forma de energia mais importante durante muitos anos foi a que tem origem na biomassa, ou seja, a lenha e o carvão. Embora atualmente seja menos utilizada, cerca de 2 mil milhões de pessoas ainda dependem da biomassa para satisfazer uma grande parte das suas necessidades de energia que utilizam diariamente nas atividades domésticas, a biomassa representa cerca de 15% do total de energia consumida a nível mundial, mas em alguns PD, pode representar cerca de 86% do total da energia consumida (Abbasi & Abbasi, 2010; Mononen & Pitkänen, 2016; Bilgili et al., 2017).

A biomassa é utilizada diretamente para produzir energia (sobre a forma de calor ou outra) ou indiretamente para produzir carvão, biodiesel e biogás. A quantidade de calor que se consegue obter com um kg de madeira seca varia conforme as espécies, geralmente entre os 18 a 22 MJ/kg. O poder calorífico depende das quantidades de celulose (poder calorífico de 17,2 a 17,5 MJ/kg), hemicelulose (16 MJ/kg) e de lignina (26-27 MJ/kg) presentes na madeira. O processo de combustão pode ser afetado por diversos fatores o que pode originar um menor poder energético resultante da combustão, como por exemplo o associado a toros de madeira muito grossos que impede a reação de combustão ou se a madeira não está bem seca, uma vez que neste caso uma parte da energia de combustão é gasta na evaporação da água presente na madeira (Demirbas et al., 2009; Mononen & Pitkänen, 2016).

A biomassa é uma possível fonte de energia que tem elevado potencial em muitos dos PD e nalgumas regiões da África subsaariana para contribuir para a satisfação das necessidades energéticas. No entanto, a maior parte das vezes o uso da biomassa não é feito com equipamentos eficientes, o que pode originar poluição, problemas de saúde e maiores consumos de energia que os necessários, contribuindo para a degradação da qualidade de vida das populações e para a desflorestação, que em África foi de cerca de 3,4 milhões de hectares por ano entre os anos de 2000 a 2010 (Mandelli et al., 2014). A utilização de equipamentos melhorados e cultivos sustentáveis pode contribuir para a melhoria das condições de muitas populações. A figura 45, da página seguinte, apresenta os principais consumos domésticos de biomassa a nível mundial.

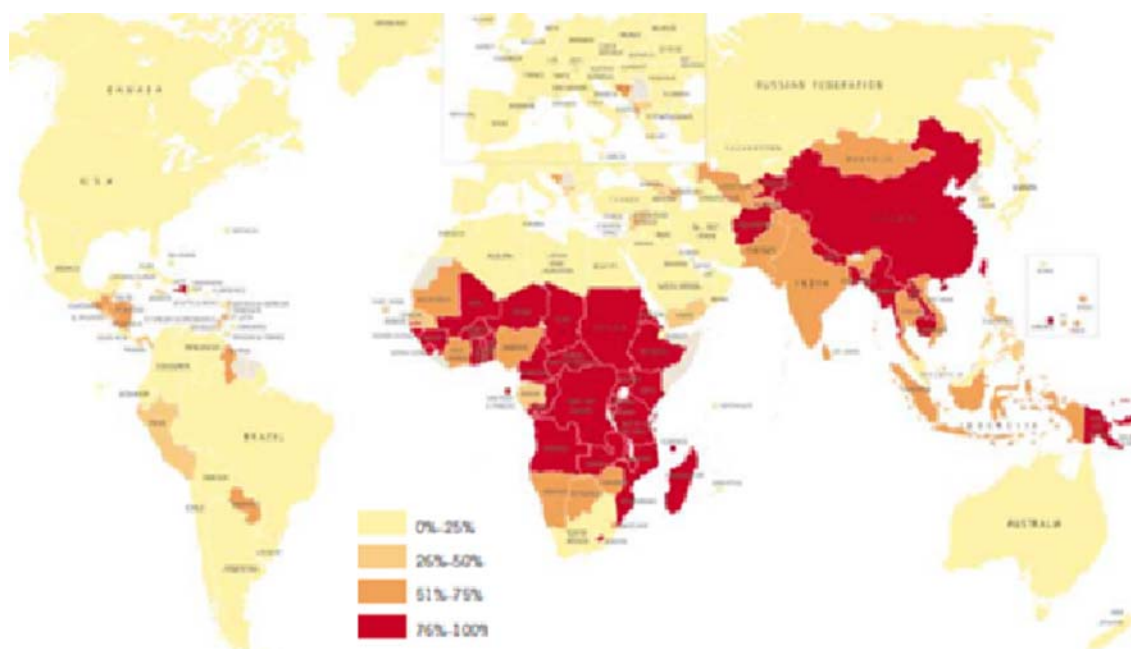


Figura 45 - Percentagem da população que usavam combustíveis sólidos (dados de 2003, fonte WHO, 2006, p.9)

4.4.6.2. O uso da biomassa para cozinhar e tratar água

Dois dos principais fatores que afetam a saúde das populações mais carentes são a falta de água adequada ao consumo humano e as doenças causadas por excesso de partículas nocivas no ar do interior das habitações associado ao consumo de biomassa. Muitas vezes o primeiro problema é parcialmente resolvido através da ebulição da água com recurso à biomassa aumentando o segundo problema (Christen et al., 2009).

Isto acontece numa grande parte da população mundial que cozinha com base em fogões ou sistemas abertos como trempes ou colocação de pedras, sem chaminé de extração de fumos, ou em fogões ineficientes que não completam a combustão emitindo gases nocivos que originam problemas de saúde, essencialmente, doenças respiratórias, que são uma das causas de morte mais importantes nas crianças até 5 anos de idade, porque em conjunto com as mães chegam a estar expostas até 8 horas por dia, sendo estimado que 36% do total das infeções respiratórias e 22% das doenças crónicas obstrutivas têm origem nesta exposição aos gases do uso da biomassa (Bruce et al., 2000; WHO, 2002; Agenbroad et al., 2011a e 2011b; Berrueta et al., 2017).

O problema de saúde e poluição causado pelos fumos pode ser reduzido se a cozinhar em céu aberto, porque há maior disponibilidade de oxigénio, mas reduz-se em muito a capacidade de as painéis captarem o calor e leva a maiores consumos de biomassa (Bryden et al., 2006). A utilização de outras fontes de energia menos poluentes nem

sempre é possível devido ao custo elevado ou à dificuldade de ter abastecimentos regulares, mesmo nas regiões periurbanas (Ramakrishna et al. apud Kumar et al., 2013; Mehetre et al., 2017).

A utilização da biomassa tem diversas utilizações e vantagens e desvantagens associadas como se apresenta na tabela 11.

Tabela 11 - Vantagens e desvantagens do uso da biomassa

Utilização	Vantagens	Desvantagens
Produção de energia: no consumo doméstico para cozinhar, aquecer e tratar água, e aquecimento; a nível comunitário para produzir energia elétrica, para ser transformada e produzir biocombustíveis, para outros fins comunitários incluindo ser utilizada em processos de transformação de alimentos, (Abbasi & Abbasi, 2010).	A fotossíntese contribui para a diminuição de dióxido de carbono (CO ₂) existente na atmosfera, através de sistemas de plantações de cultivo com pelo menos a reposição, para além de que a reposição permite que a fonte seja renovável. Pode contribuir para: a diminuição das importações se produzida localmente: a redução da pobreza nos países em vias de desenvolvimento, essencialmente nas regiões rurais (está sempre disponível em condições planeadas); a diminuição das importações de combustível ou de energia; melhorar a produtividade dos solos, reter água e diminuir problemas de desertificação. Pode ser transformada, armazenada e utilizada no estado sólido, líquido, gasoso e com o seu uso evita-se a emissão associada aos combustíveis fósseis, (Demirbas et al., 2009; Abbasi & Abbasi, 2010; Mononen & Pitkänen, 2016; Bilgili, et al., 2017).	Pode: colocar em causa a capacidade de fornecer alimento ou diminuir o seu cultivo, (Phitsuwan et al., 2013; Bilgili et al., 2017); originar desflorestação, solos cultivados tem menor poder de absorção de gases de efeito de estufa que as florestas naturais; não ver viável em termos económicos se houver diminuição dos preços dos combustíveis fósseis; causar problemas de erosão, com cultivos não adequados; contribuir para a diminuição da biodiversidade e outros danos ambientais, pelo uso de fertilizantes e pesticidas; emitir partículas nocivas e criar resíduos no processo de transformação da biomassa (em instalações pequenas e menos eficientes); contribuir para o aumento dos preços dos bens alimentares. Tem menor conversão energética que na alimentação e, os sistemas de transformação da biomassa em biocombustíveis ainda precisam de ser melhorados (Abbasi & Abbasi, 2010; Bilgili et al., 2017).

Com a utilização de fogões melhorados consegue-se redução de consumos de biomassa até cerca de 60%, diminuir os gases nocivos até 80%, do tempo necessário até à ebulição da água em 40% e, do tempo que as mulheres e jovens precisam para recolher a biomassa, tendo estas mais disponibilidade para outros trabalhos ou estudar, contribuindo assim para melhorar a qualidade do ar no interior das habitações, diminuir problemas de saúde, diminuir a desflorestação, diminuir a emissão de gases de efeito de estufa e contribuir de uma maneira geral para uma melhor qualidade de vida das populações (FAO, 1993b; Agenbroad et al, 2011a; Urmee & Gyamfi, 2014).

Em função das evidentes vantagens da utilização dos fogões melhorados diversas organizações têm promovido a sua implementação, entre elas a Organização Mundial de Saúde (OMS/WHO), no entanto muito dos projetos têm falhado devido a diversos

fatores que se devem ter em conta no desenho e implementação dos fogões. Para evitar estes possíveis fracassos deve-se ter em conta alguns aspetos como: o desenho deve ser feito tendo em conta as populações a que se destinam; ser dada formação e criar um grupo iniciador; devem diminuir significativamente o consumo de biomassa, o tempo de ebulição, a emissão de gases e, reduzir os riscos de saúde associados ao seu uso; contribuir para a melhoria das condições de habitabilidade; fomentar a economia local através da formação de microempresas; ter baixo custo e na sua produção utilizar materiais locais; ter um prazo de vida útil grande; poderem ser comercializáveis, assim como potenciais peças de reposição ou manutenção; ter um desenho adequado da camara de combustão e de exaustão dos gases, do diâmetro e da altura da chaminé de exaustão e da posição do recipiente de cozinhar e; as panelas têm de estar em contacto direto com a chama, devem-se adaptar bem ao fogão, ter um maior contacto com a chama e ter assim um maior rendimento, e receber o calor pelo fundo e por parte das laterais, não permitindo que os fumos passem pelos encaixes (FAO, 1993b; Maserà et al., 2005; Agenbroad et al., 2011; Still et al., 2011; Kumar et al., 2013; Canto, 2014; Urmee & Gyamfi, 2014; Medina et al., 2017; Mehetre et al., 2017).

Still et al. (2011) testaram diversos modelos de fogões de diversos tipos, apresentados na figura 46, com modelos sem chaminé, com chaminé, com ventoinha elétrica, a carvão, funcionando com líquidos/gases e, solar.



Figura 46 - Imagens dos fogões a lenha e carvão do estudo de Still et al., (2011, p.11)

Com os resultados apresentados por estes autores referentes aos diversos fogões, pode-se concluir que:

- Os fogões cujo modelo de funcionamento se aproxima mais do “Três Pedras” (colocação de 3 pedras e a panela em cima) são os mais eficientes em termos de consumo lenha, a chama é direta e está em contacto com as panelas;
- Os modelos ventilados têm um esquema de funcionamento parecido com os anteriores e como forçam o ar e aumentam o contacto com as panelas têm um funcionamento melhor conseguindo consumir menos combustível e como a combustão é mais completa emitem menos partículas;
- Os modelos funcionando a carvão são muito poluidores, não têm vantagens em termos de rapidez e de eficiência porque não gastam menos combustível;
- A maior parte dos fogões sem chaminé têm muitas emissões de partículas e de CO, nalguns mesmo superiores ao processo tradicional, só melhorando nas versões com sistemas de combustão mais aperfeiçoado;
- Os fogões com chaminé (e com placa metálica superior) têm bom desempenho em termos de emissões, mas consomem mais energia a não ser que tenha a possibilidade de inserir as panelas e estas fiquem em contacto com a chama, mas neste caso há a possibilidade de haver saída de gases e partículas para o interior da habitação;
- Em termos de fogões a líquidos/gases o melhor é o de propano que emite menos CO e o pior é o de querosene que é perigoso no interior de uma habitação;
- Em termos de custos no ciclo de vida o mais económico, menos poluente, mas menos eficiente (embora neste caso o estudo não tenha sido feito numa região tropical foi na Califórnia e para um modelo de prato parabólico direto) é o solar.

Christen et al. (2009) propuseram e testaram na Bolívia o modelo de fogão melhorado tipo Lorena com um sistema adicional de tratamento de água (figura 47). Este fogão é construído em terra, tipo taipa, tem bastante aceitação na América Central e do Sul. É constituído por uma câmara de combustão e três locais para colocar panelas.

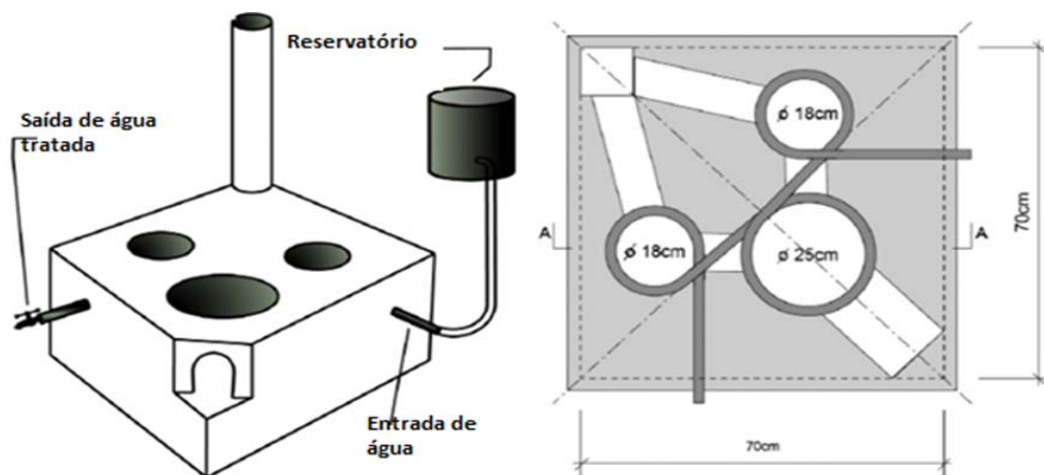


Figura 47 - Esquema de funcionamento do sistema WADIS (Christen et al., 2009, p.564)

Para o sistema de aquecimento da água, que vai servir de sistema de desinfecção/pasteurização da mesma, utilizaram tubo de ferro galvanizado com um diâmetro interior de 2 cm que moldaram em 3 hélices que colocaram no interior do fogão à volta dos locais onde colocam as painéis. Este tubo tem um comprimento total de 3 metros no interior do fogão o que dá um volume aproximado de um pouco menos que 1 litro de água. No teste colocaram um reservatório plástico de 20 litros para a água não tratada e na saída de água após passar pelo interior do fogão e ser aquecida/tratada uma torneira. Deram a este sistema o nome WADIS (iniciais de WATER DISinfection Stove). Consideraram que o custo dos materiais deste sistema foram de 6 USD (Christen et al. 2009).

Loo et al., (2012) apresentam este sistema como um dos possíveis a serem usados em caso de situações de emergência.

4.4.7. A energia hídrica

Tipos de aproveitamentos hidroelétricos

A energia hídrica é uma das energias renováveis com maior potencial de aproveitamento nalguns PD, através da construção empreendimentos de pequena e média dimensão. África é um dos continentes em que as potencialidades da energia hídrica estão menos desenvolvidas, só cerca de 8% estão aproveitados (IEA, 2012; Kelly-Richards et al., 2017).

Os aproveitamentos hidroelétricos podem ser considerados de dois tipos, um se baseia na existência de grandes desníveis, sem necessidade de grandes caudais, o outro baseia-se na existência de grandes caudais, mas pequenos desníveis, porque a produção de energia elétrica se baseia no aproveitamento da energia cinética originada pela queda da água (Paish, 2002; Varun et al., 2009; Okot, 2013; Elbatran et al., 2015a e 2015b). As vantagens e desvantagens dos diversos tipos de empreendimentos hidroelétricos são apresentadas na tabela 12 da página seguinte.

Os pequenos projetos de energia hídrica situados nos meios rurais dos PD devem estar associados a outros programas que contribuam para o desenvolvimento local, devendo para isso a construção envolver empresas ou operários locais, assim como no funcionamento e manutenção; utilizar tecnologias que permitam criar sinergias com outros sectores e contribuir para o seu desenvolvimento. O projeto deve envolver as populações locais e prever o estudo de aproveitamento das possíveis sinergias, para a formulação de estratégias de desenvolvimento económico e social que permitam aproveitar as potencialidades existentes, devendo-se procurar evitar alguns riscos como o associado à monopolização pelas elites com maior capacidade (Ahlborg & Sjöstedt, 2015).

Os tipos de projetos dependem do caudal, da altura possível de queda, das necessidades e dos objetivos. Os projetos de pequenas hídricas/mini-hídricas, geralmente não estão associados à construção albufeiras para armazenamento de água, mas sim ao desvio de parte do caudal até ter queda ou à colocação de sistemas diretamente no local de passagem de água (Kaunda et al., 2014).

Tabela 12 - Vantagens e desvantagens dos aproveitamentos hidroelétricos

Vantagens e desvantagens dos aproveitamentos hidroelétricos		
Tipo	Vantagens	Desvantagens
Grande dimensão	Permite armazenar a água em grandes albufeiras, utiliza-la quando é necessária na produção de energia, na agricultura, no consumo humano e no lazer, recurso natural, sem emissão de poluentes e não destrutivo podendo a água ser novamente utilizada, não dependem (diretamente) da existência de vento e do Sol (Varun et al., 2009; Abbasi & Abbasi, 2011)	Exigência da deslocação de pessoas, diminuição da migração dos peixes, alterações nas espécies aquícolas existentes, invasão de espécies (plantas, peixes e animais) não autóctones, aumento de insetos, aumento dos níveis de água parada a montante e caudais inconstantes a jusante, poluição com os produtos de limpeza das condutas, pode afetar atividades recreativas e turísticas (Abbasi & Abbasi, 2011; Kelly-Richards et al., 2017).
Média e pequena dimensão	Não dependem da existência de vento, do Sol; não competem com os terrenos agrícolas para a produção de biomassa; têm custos de construção menores e maiores períodos de vida útil, exigindo menores investimentos e menores custos no ciclo de vida; não exigem grandes áreas; os canais que levam a água até ponto de queda podem permitir que os terrenos à volta dos mesmos sejam regados, potenciando a agricultura e, servir para outras atividades socioeconómicas como a criação de peixes (Varun et al., 2009; Abbasi & Abbasi, 2011; Kelly-Richards et al., 2017).	Sofrem dos mesmos problemas dos maiores, só que geralmente em menor escala, a quantidade de água disponível varia com a pluviosidade e no futuro esta pode ser mais inconsistente e menor, (Abbasi & Abbasi, 2011), os problemas das mini-hídricas, devido a serem recentes, podendo só vir a ser conhecidos e reconhecidos no futuro (Kelly-Richards et al., 2017). Os pequenos projetos situados nos meios rurais dos países em vias de desenvolvimento podem falhar porque as populações locais não têm capacidade financeira de pagar a energia consumida, não se conseguindo gerar receitas para pagar o projeto, se não estiverem associados a projetos de desenvolvimento local (Ahlborg & Sjöstedt, 2015).

Uma das partes mais importante nos aproveitamentos hídricos são as turbinas, que têm de ser escolhidas em função das condições existentes. A eficiência das turbinas nas mini-hídricas situa-se entre os 60% a 85% e nas grandes hídricas pode ultrapassar os 90% (Kaunda et al., 2014).

Existem vários tipos de turbinas que são geralmente agrupadas em dois grupos as turbinas de impulso e as turbinas de reação. As turbinas de impulso utilizam a energia cinética do peso e da aceleração da água, são desse tipo: as Pelton, geralmente mais adequadas para grandes quedas; as Turgo, para quedas de altura média, e as de fluxo cruzado (Banki-Michell ou Ossberger) que funcionam com quedas médias e diversos tipos de caudais, mas são ligeiramente menos eficientes, sendo no entanto, mais simples, com menor manutenção e podem ser constituídas por partes o que lhes permite funcionar com diferentes caudais e potências. As turbinas de reação utilizam a força da pressão e do movimento da água, funcionam submergidas e estão encapsuladas, têm

melhor desempenho para quedas menores e grandes caudais. Também podem ter acoplado diretamente ao seu veio o gerador. São do tipo Propeller ou Kaplan, Francis, bomba como turbina, Arquimedes (parafuso), têm grande eficiência com caudais constantes, mas com caudais variáveis tendem a ser complexas e caras (Paish, 2002; Müller & Senior, 2009; Gonçalves, 2011; Mishra et al., 2012; Okot, 2013; Kaunda et al., 2014; Elbatran et al., 2015a e 2015b; Lisicki et al., 2016).

A figura 48 indica os tipos de turbina mais adequado em função dos caudais e da altura de queda.

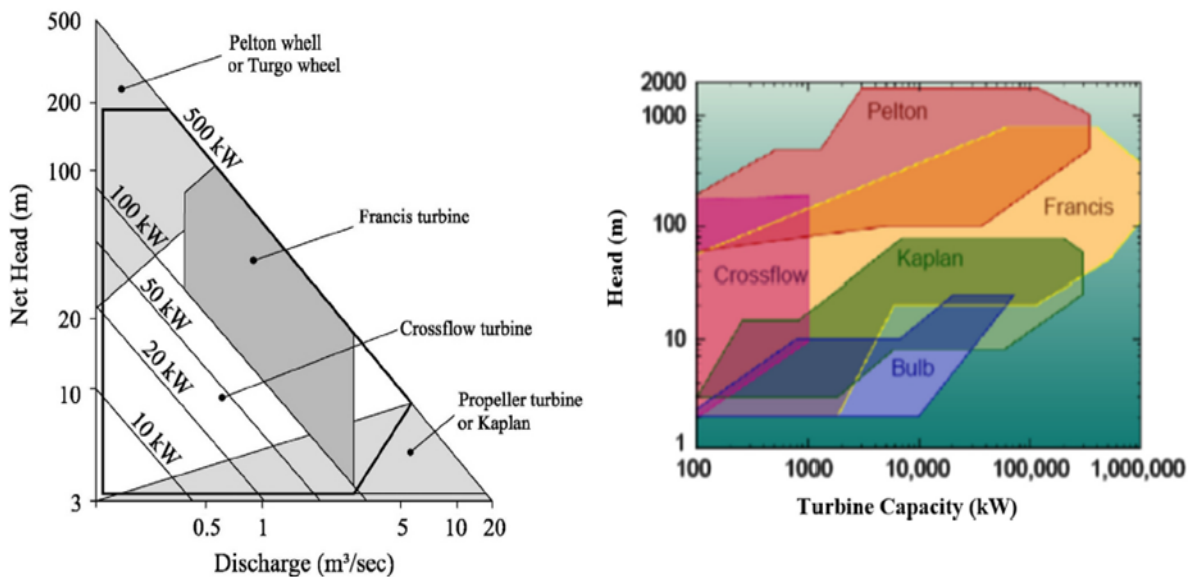


Figura 48 - Tipos de turbinas e seu uso em função das alturas de queda e caudais (fonte Elbatran et al., 2015a, p.44)

O tipo de turbina vai influenciar o tipo de construção onde a mesma em conjunto com o gerador e equipamentos de controlo vão ser instalados. As turbinas que podem ser usadas em diversas alturas de queda e diversos caudais são as turgo e de fluxo cruzado, por sua vez esta última tem um custo reduzido e de fácil manutenção (Kaunda et al., 2014; Loots et al., 2015).

4.4.8. A energia eólica

A energia eólica é considerada uma das mais sustentáveis e com elevado potencial de utilização, isto porque, alguns autores afirmam que tem sustentabilidade económica e sustentabilidade ambiental (Welch & Venkateswaran, 2009). No entanto, para que haja produção de energia é necessário que o vento tenha pelo menos uma determinada velocidade, que segundo o World Energy Council (WEC, 2007;) citado por Evans et al., (2009) situam-se entre um mínimo de 3 m/s e um máximo de 25 m/s. Dependendo dos custos associados à sua construção, manutenção e aos preços de venda da energia, o

aerogerador tem de funcionar durante um determinado número mínimo de horas, existindo autores que afirmam que para um aerogerador se tornar rentável, num determinado local, necessita de um valor de velocidade média anual de 5,0 m/s ou maior do vento, para um projeto ser rentável (Evans et al., 2009; Mohammed et al., 2013a).

A energia eólica também tem impactos ambientais e os consequentes efeitos económicos e sociais, como por exemplo; o efeito na vida selvagem, nomeadamente nas aves, provocar distúrbios nos biosistemas existentes no local, provocar ruído, poluição visual, alterações no clima e as radiações eletromagnéticas que podem ter vários efeitos nocivos (Dai et al., 2015), o que em alguns países levou a criar áreas de proteção à volta de uma torre, por exemplo o dos USA (Roberts & Mosey 2013) que impede que haja árvores num raio de cerca de 3000 m, assim como devem estar afastadas essa distância de zonas de água (para além de qualquer outra construção ou atividade). Mas na comparação com outras fontes de energia, como a solar, hídrica, geotérmica, carvão e gás natural tem durante o ciclo de vida de uma instalação as emissões de CO₂ mais baixas, cerca de 25 g/kWh, quando comparados com outras fontes de energia como a hídrica com 41 g/kWh e o carvão com 1004 g/kWh e, a seguir à energia hídrica é a que tem maiores eficiência na transformação de energia em energia elétrica com valores que podem ultrapassar os 50% (Evans et al., 2009).

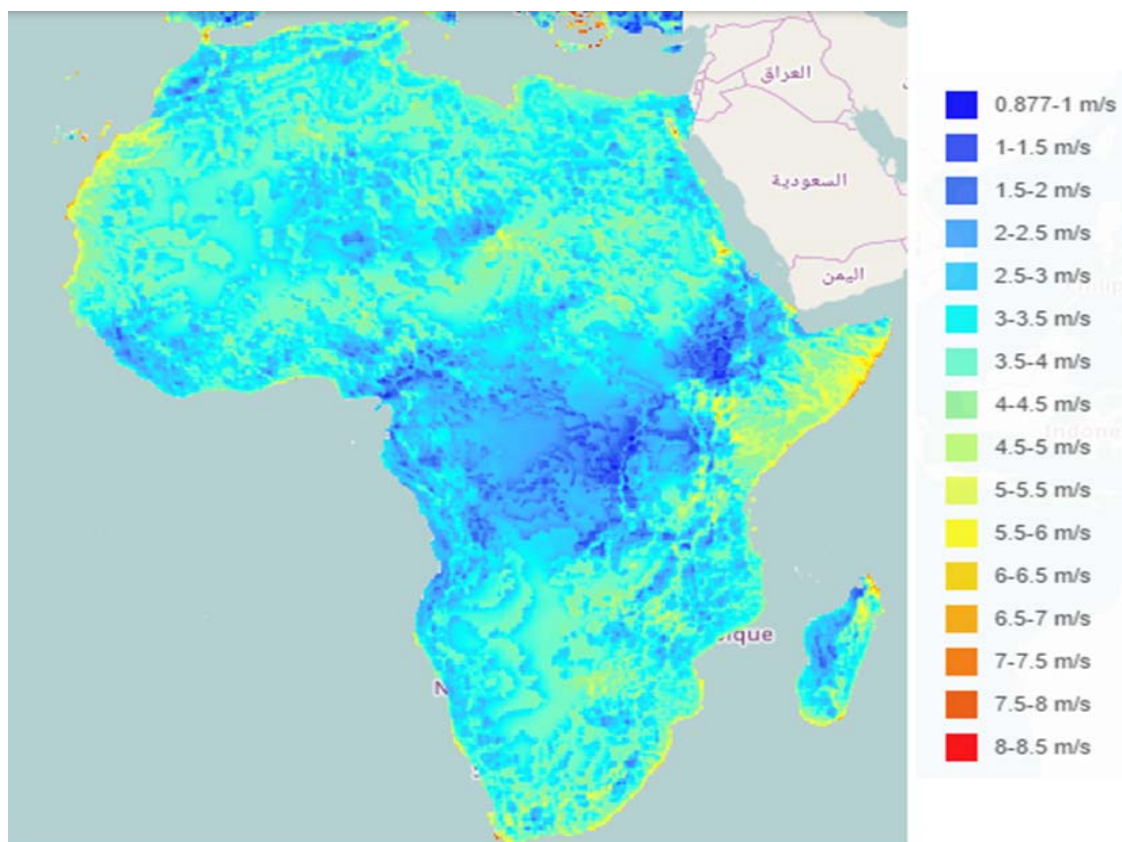


Figura 49 - Potencial de energia eólica em África (fonte Irena

<https://irena.masdar.ac.ae/GIS/?map=422>)

Este recurso não tem uma distribuição regular sendo originado por diversos fatores o que leva a que nalgumas regiões exista em abundância e noutras não. Segundo Mandelli et al., (2014) África tem um potencial total de 3823 TWh/ano. As zonas de maior potencial da região subsaariana são a África Oriental com 1443 TWh/ano e a região do Sul de África com 852 TWh/ano, a região central tem fraco potencial eólico 120 TWh/ano.

Segundo os mapas elaborados pela International Renewable Energy Agency IRENA) com dados de 5 anos e, referentes a entre 2008 e 2012, (IRENA, 2013), verifica-se que existem algumas regiões com potencial de exploração, mas também outras em que esse potencial é fraco, como a parte central e ocidental (figura 49 da página anterior).

4.4.9. A sustentabilidade das energias renováveis

Diversas são as vantagens da utilização de energias renováveis nos PD, para além do fornecimento de energia e do possível desenvolvimento associado, podendo contribuir para os objetivos do desenvolvimento 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 13 e 15 (Schwerhoff & Sy, 2017).

Algumas das vantagens são: contribuir para uma menor dependência dos combustíveis fósseis que geralmente são importados, não têm tantos impactos ambientais, permitem melhorar as condições de utilização de algumas das soluções habitualmente utilizadas como, por exemplo, a biomassa, contribuir para a melhoria das condições de habitabilidade e de sanidade, diminuição do trabalho infantil e do tempo gasto pelas jovens e mulheres na recolha de biomassa contribuindo para diminuir a desigualdade de géneros, melhorar a produtividade do trabalho e do estudo e contribuir para a promoção de novas atividades e negócios. Também contribuem para o combate às mudanças climáticas através da redução de gases de efeito de estufa e com o uso de práticas sustentáveis em termos de gestão dos recursos naturais associados aos ecossistemas, permitem proteger e restaurar zonas que estejam ou possam estar sujeitas à desflorestação, à desertificação ou à diminuição da biodiversidade natural existente (Schwerhoff & Sy, 2017).

Muitos dos projetos executados ou financiados pela comunidade internacional para a energia acabam por ser implementados para o fornecimento geral e raramente beneficiam as comunidades mais pequenas e isoladas (Terrapon-Pfaff et al., 2014).

Muitos projetos falham porque o projeto não faz parte das políticas governamentais e não têm o apoio político nem há atribuição de responsabilidades, no processo de conceção e execução não houve a participação de todos os interessados. Muitas vezes também não são tidos em conta aspetos relacionados com a escolha de tecnologias adequadas à capacidade e conhecimento local sobre os aspetos de funcionamento e de

manutenção nem definidas responsabilidades nestes aspetos. Às vezes os objetivos não estão bem definidos e não incluem a participação das entidades públicas e privadas sendo vistos com desconfiança podendo as populações sabotar as tecnologias (Terrapon-Pfaff et al., 2014; Ikejemba et al., 2017). Para que estes projectos não falhem há a necessidade de serem planeados e as populações serem consultadas.

Tabela 13 - Indicadores de sustentabilidade dos sistemas de produção de energia (segundo Evans et al., 2009)

Energia	Custo kWh em \$USD	Gramas de CO ₂ /kWh	Eficiência de produção	Consumo de água Kg na produção kWh
Fotovoltaica	0,24	90	4-22%	10
Eólica	0,07	25	24-54%	1
Hídrica	0,05	41	>90%	36
Geotérmica	0,07	170	10-20%	12-300
Carvão	0,042	1004	32-45%	78
Gás natural	0,048	543	45-53%	78

A tabela 13 apresenta os valores do estudo feito por Evans et al., (2009), referentes ao custo, emissões poluentes de CO₂, eficiência de produção e consumo kg de água por cada kWh produzido. Nela se pode verificar que as energias eólicas e hídricas são as que têm menores impactos ambientais, quer na emissão de CO₂ ou consumo de água e também as mais eficientes.

Tabela 14 - Comparação da sustentabilidade de sistemas de produção de energia (Evans et al., 2009)

Crítérios	Fotovoltaica	Eólica	Hídrica	Geotérmica
Preço	4	3	1	2
Emissão de CO ₂	3	1	2	4
Limitações e viabilidade	4	2	1	3
Eficiência	4	2	1	3
Terreno necessário	1	3	4	2
Consumo de água	2	1	3	4
Impactos sociais	2	1	4	3
Total	20	13	16	21

Evans et al., (2009) após o estudo de todos os indicadores que definiram apresentam o resultado final do estudo onde classificam as principais energias renováveis em termos

de sustentabilidade onde concluem que a mais sustentável é a energia eólica seguida da hídrica (tabela 14).

4.4.10. Planeamento das energias renováveis na habitação social

O planeamento dos projetos de energia renováveis, com uma seleção das tecnologias adequadas às populações e a sua integração nos projetos de habitação social permite fazer modificações que contribuem para a melhoria das condições de habitabilidade das habitações, diminuição dos custos de utilização, participação de empresas locais na construção e na manutenção, permitindo assim contribuir para o desenvolvimento local (Modi et al., 2006).

Mas há a necessidade de promover a divulgação das tecnologias através de programas de formação, criar mecanismos de controlo e avaliação do cumprimento dos objetivos, considerar a possibilidade do aumento da capacidade em virtude do aumento dos consumos e ter políticas adequadas de preços que não coloquem em causa a sustentabilidade económica do projeto ou das populações (Mohammed et al., 2013b).

No que se refere ao planeamento da produção de energia há que ter em conta as características das populações, nomeadamente, em termos económicos, uma vez que quanto maior é o rendimento maior é o consumo de energia. Um valor de consumo base que pode ser aplicado nas regiões rurais mais afastadas pode ser o indicado por Deichmann et al. (2010) que referem o valor apresentado para o Quênia de um consumo de cerca de 4 kWh/dia, havendo que a este consumo acrescentar as possíveis atividades comerciais e industriais que possam existir ou vir existir no local.

Ikejamba et al., (2017) referem que para se resolverem os problemas de energia na África subsaariana há que os descentralizar e que devem ser os mais pequenos possíveis. Assim a inclusão destes projetos nos projetos de habitação social pode ser uma das maneiras de fazer com que a participação das populações os aceitem, participem na sua gestão e ao mesmo tempo podem ser fator de criação de emprego local.

4.5. Conclusões

Para se ter uma habitação social sustentável há que começar por definir bem as necessidades de habitação e de infraestruturas necessárias para essa população fazer o planeamento da construção em locais onde possam existir potencialidades económicas ou que estas possam ser desenvolvidas (tabela 15).

Tabela 15 – Habitação social sustentáveis

Habitações sustentáveis	
Local	<p>O local deve permitir contribuir para a melhoria da qualidade de vida e de rendimento das populações, (Govender et al., 2011). Diminuição da ocupação do solo ou utilizar solo já contaminado, não contribuindo para a diminuição da biodiversidade (Hill & Bowen, 1997; Ding, 2008; Kilbert, 2008; Laustsen, 2008). Com infraestruturas ou estas estarem planeadas e garantida a sua construção (Collier & Venables, 2013; Capps et al., 2016). Preservando e manter a biodiversidade e cultura local (Scott & Shannon, 2007), com um levantamento das potencialidades locais, e elaborar estratégias de planeamento que promovam a utilização e manutenção destes mesmos recursos (Plieninger et al., 2007).</p>
Recursos	<p>Materiais locais com diminuição do consumo de energia embebida e também de energia total, partindo de um inventário dos existentes (Morel et al., 2001; Pereira & Guedes, 2010; Cabeza et al., 2014; Praseeda et al., 2016), podendo estes também contribuir para a diminuição dos custos de construção (Ilesanmi, 2010), associados a tecnologias locais e mão-de-obra intensiva com diferentes capacidades (Imbert, 1990; Martin et al, 2010; Hillebrant, 2011; Leary, 2011), que permitam soluções bioclimáticas nos edifícios e na envolvente (Nicoletti, 1998; Tzikopoulos et al., 2005; Kontoleon & Bikas, 2007; Larasati & Mochlara, 2013; Dimoudi et al., 2014; Manzano-Agugliaro et al., 2015; Chandel et al., 2016), tirando partido dos elementos naturais como o Sol e os ventos, de outros fatores como a inércia térmica e as diferenças de temperatura entre locais (Olivier, 1997; Givoni, 1998; Tzikopoulos et al., 2005; Morony 2007; Gregory et al., 2008; Khan et al., 2008; Aste et al., 2009; Allinson & Hall, 2010; Martín et al., 2010; Manzano-Agugliaro et al., 2015; Jomehzadeh et al., 2017), a cor (Lavafpour & Surat, 2011; Chandel et al., 2016) a vegetação, zonas com água, permissão da circulação dos ventos, a utilização de materiais de cores claras, a diminuição das zonas impermeáveis, permitindo melhorar-se a qualidade ambiental (ar, temperatura), a qualidade de vida e menores consumos de energia, (Givoni, 1998; Bourbia & Boucheriba, 2010; Manzano-Agugliaro et al., 2015; Taleghani et al., 2015).</p>
	<p>Utilização das energias renováveis, fazendo o planeamento da utilização das mesmas em função das existentes e do impacto que têm no ambiente e no desenvolvimento local (Madlener & Sunak, 2011; IEA, 2012; Chrysoulakis et al., 2013; Ahlborg & Sjöstedt, 2015), dando preferência a projetos descentralizados e pequenos (Ikejemba et al., 2017), adequados às populações, que permitam a diminuição dos custos de utilização e integrados nos projetos de habitação social (Modi et al., 2005), podendo ser utilizadas na produção de energia, para tratar água e cozinhar (Kalogirou, 2004; WHO, 2006; Cuce & Cuce, 2013; Lecuona et al., 2013; Pawar et al., 2015; Kalt et al., 2014; Nkhonjera et al., 2017).</p>
	<p>Garantir o fornecimento de água em condições adequadas de potabilidade com sistemas adequados aos locais e com baixos custos (Wegelin et al., 1991; Cheremisnof, 2002; Howard & Bratram, 2003; Villén, et al., 2006; McGuigan et al., 2012).</p>
	<p>Garantir o tratamento de efluentes e de recolha e reciclagem de resíduos, permitindo que estes sejam valorizados no local e contribuam para a diminuição dos impactos ambientais, utilizando sistemas adequados aos locais, com baixos custos de instalação e manutenção e recurso mão-de-obra e fornecimentos locais (Burkhard et al., 2000; EPA, 2000; Bakir, 2001; Muga & Mihelcic, 2008; Kalamdhad et al., 2009; Massoud et al., 2009), a reciclagem e a compostagem são sistemas que permitem reduzir os impactos ambientais e seus custos associados (Farrel & Jones, 2009; He, 2012). A água de esgotos se for tratada adequadamente serve como fertilizante, permitindo diminuir os consumos e custos (Koscica, 2014). A gestão de resíduos perigosos deve ser feita à parte, com separação e recolha diferenciada (Wilson et al., 2015)</p>
	<p>Deve de ser dada a oportunidade de produção local de alimentos, através da AU nos lotes ou em locais próximos, fornecendo formação e outros apoios, contribuindo assim para a diminuição de possíveis problemas de má nutrição (Armar-Klemesu, 2000; Bourque, 2000; Deelstra & Girardet, 2000; Mougeot, 2000a e 2000b; FAO, 2008; Hendrickson & Porth, 2012)</p>

Os materiais locais associados a tecnologias locais que sejam adequadas às condições atuais de habitabilidade, ou desenvolvimento das mesmas permitem contribuir para o emprego de mão-de-obra local e por consequência o desenvolvimento das populações locais. A utilização das energias renováveis deve fazer parte do planeamento e, se possível, estarem relacionadas com projetos de desenvolvimento económico e social e não devem de contribuir para a diminuição dos rendimentos das famílias. Também deve de ser equacionada a possibilidade de ter espaços para a agricultura urbana, como um meio de contribuir para a diminuição de problemas de nutrição. A tabela 16 apresenta algumas das ideias e soluções apresentadas por diversos autores citados nesta tese.

Na procura da habitação social sustentável, destaca-se a importância de responder adequadamente ao clima, por exemplo, com abordagens bioclimáticas e de integrar materiais locais. Estes pontos são abordados no capítulo seguinte.

5. Soluções construtivas sustentáveis na construção de habitação social rural e periurbana nos países em vias de desenvolvimento

Neste capítulo faz-se uma abordagem sobre os principais requisitos que as soluções construtivas, destacando o clima, têm de ter e apresentam-se algumas tecnologias sustentáveis adequadas às regiões rurais e periurbanas PD, com especial referência a Angola. A estrutura e interligações entre os temas são apresentadas na figura 50.

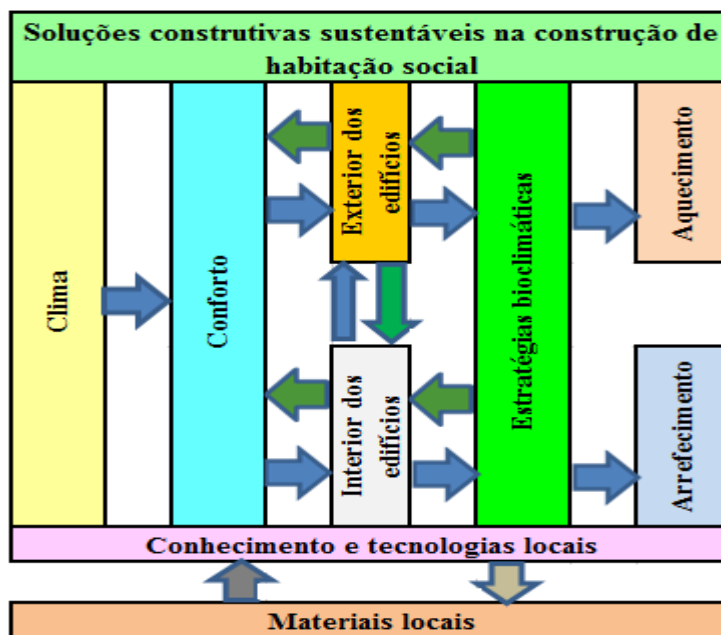


Figura 50 – Desenvolvimento do quinto capítulo

5.1. Conhecimento, tecnologias e desenvolvimento local sustentável

Para Blaikie et al. (1997) conhecimento é uma representação de como as pessoas compreendem uma determinada coisa, sendo esta compreensão influenciada pelas vivências e experiências que afetam o processo de aquisição e de transformação da informação que está relacionada com essa coisa. O conhecimento é assim influenciado por diversos fatores sociais e culturais e por tal não é homogêneo. Há muitas classificações de conhecimento, mas as mais usuais são aquelas que o classificam como conhecimento local (associado às tradições) e conhecimento científico. Assim o conhecimento local diz respeito a uma determinada situação e local. Baseia-se na experiência e por isso é conservador adaptando-se lentamente conforme as evoluções são consideradas positivas e geralmente transmitido informalmente. Pelo contrário o conhecimento científico é abstrato, muitas vezes as evoluções podem ser radicais e é transmitido formalmente. O conhecimento tradicional é uma importante fonte de

desenvolvimento, precisando, no entanto, ser desenvolvido para ir de encontro às necessidades atuais.

Segundo Ali & Avdic (2015) o conhecimento tradicional deve ser integrado no conhecimento em geral porque é uma boa fonte para servir a inovação e o uso eficiente dos recursos, havendo a necessidade de criar bases de conhecimento sobre todas as atividades tradicionais e divulgá-las.

A herança cultural de um povo serve como um meio de o identificar e de ele se identificar com o meio. Deve ser mantida preservando as tradições culturais e sociais, mas também em termos de construção mantendo as tradições históricas que diferenciam as populações e que podem ser vistas com um recurso valioso que pode ser utilizado também com fins económicos, por exemplo em termos de turismo. A utilização dos materiais e conhecimentos locais precisa ser fomentada e melhorada, necessitando o conhecimento ser desenvolvido e transmitido por todos os intervenientes no sector da construção (UN-HABITAT, 2012).

Alguns aspetos relacionados com as tecnologias foram referenciados pela Agenda 21 que recomenda a utilização de técnicas e materiais locais, com a supervisão governamental (Bunz et al, 2006), devendo a tecnologia ser escolhida de acordo com estratégias de desenvolvimento escolhidas pelo governo tendo em conta os interesses do país (Hillebrandt, 2011).

As construções vernaculares utilizam materiais locais, são baseadas na experiência acumulada na utilização dos recursos disponíveis e nas condições climáticas locais para fornecer abrigo adequado de acordo com as necessidades e características sociais e culturais das populações, sendo assim uma fonte de conhecimento que deve ser utilizado para o desenvolvimento de sistemas construtivos mais sustentáveis (Vellinga, 2013), necessitando serem desenvolvidas para se tornarem mais adequadas (Irurah, 2002).

O desenvolvimento passa pela inovação que é um fator de desenvolvimento económico e social e está ligada ao desenvolvimento de um país. Em termos de construção civil é necessária para que a construção possa acompanhar o desenvolvimento económico e social, procurando satisfazer as necessidades e aspirações dos seus diversos intervenientes e utilizadores (Slaughter, 1998).

A inovação deve ter em conta os fatores ambientais e sociais para ter sucesso e permitir a melhoria da qualidade de vida dos ocupantes e uma melhor integração do ambiente construído com o ambiente natural, permitindo que o produto final tenha maior qualidade, que haja uma diminuição dos custos e uma melhoria dos prazos de execução (Gambatese & Hallowell, 2011), utilizando novas soluções construtivas que permitam

reduzir os consumos de recursos, assim como novos modelos de organização social destinados à construção de habitação, podendo-se aprender com algumas soluções construtivas locais (Seyfang, 2010). São necessários técnicos que sejam capazes de analisar a sustentabilidade da construção de modo a que o consumo de recursos seja eficiente para que não se prejudique a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas necessidades (Mihelcic et al 2008).

As diferenças tecnológicas e os diferentes possíveis modelos de desenvolvimento da construção sustentável numa determinada região depende da capacidade desta em adequar-se em termos de contribuir para uma utilização mais eficiente dos recursos, de modo a que estes possam ser utilizados hoje e no futuro, ser ambientalmente responsável e, em termos sociais e económicos, fazer uso dos recursos locais, recursos naturais e humanos, de modo a promover a economia local (Bourdeau, 1999), com o objetivo de proteger os recursos naturais, promover a criação de emprego e o desenvolvimento local (Ross et al, 2010). Neste sentido os PD precisam de conhecimento e tecnologias que utilizem e se adaptem aos seus recursos naturais, sendo necessário fazer uma reavaliação das tecnologias existentes para ver se são adequadas (du Plessis et al 2002).

Uma habitação é um lar que precisa de se adaptar às pessoas que o vão utilizar, necessitando de fornecer conforto adequado (Govender et al., 2011; Ilesanmi, 2011). A procura de soluções construtivas adequadas para uma determinada região e baseadas no ambiente natural existente é uma das primeiras etapas da procura de soluções sustentáveis (Yang et al., 2005).

Para Fintikakis et al. (2011) é importante a redução dos consumos de energia na habitação social, em virtude das populações destas terem menores capacidade financeiras, devendo-se utilizar soluções que reduzam as necessidades de arrefecimento.

5.2. Clima e habitação

5.2.1. A influência do clima na habitação

O conforto no interior de uma habitação depende das condições existentes no exterior da mesma. Com a análise das condições exteriores e a procura de soluções construtivas que tirem proveito das mesmas que consigam condicionar o ambiente interior para criar condições de conforto, consegue-se conceber edifícios que conseguem ter menores consumos de energia e por consequência menores custos operacionais durante o ciclo de vida (Larasati & Mochlara, 2013). Esta procura de soluções construtivas é o um processo interativo e dependente do homem com as suas necessidades, do clima com as suas características locais e das soluções construtivas utilizadas. As soluções vão

influenciar os consumos e manutenção e têm por objetivo a redução dos consumos durante a fase de utilização e manutenção. A este processo costuma chamar-se desenho bioclimático (Larasati & Mochlara, 2013), sendo um processo iterativo (figura 51 da página seguinte).



Figura 51 – O processo do desenho bioclimático (fonte Larasati & Mochlara, 2013)

O objetivo da arquitetura bioclimática é o de fazer uma aliança com o ambiente existente ou que pode ser criado num determinado local, para utilizar ou controlar a radiação solar, através da; composição da forma do edifício, morfologia do solo e das construções existentes, utilização da vegetação e, utilização de soluções construtivas que permitam criar temperaturas de conforto adequadas à vivência nos espaços públicos e de habitabilidade nos espaços privados da habitação, procurando reduzir os consumos energéticos, criar expressões arquitetónicas cultural e economicamente adequadas (Nicoletti, 1998).

Procura-se assim condicionar a envolvente e as construções, através da forma como se concebe e implanta o edifício, com; a localização (quando possível), geometria e orientação dos edifícios, os materiais e as cores utilizados nos edifícios e pavimentos das ruas e, outras infraestruturas (Nicoletti, 1998; Dimoudi et al., 2014). No caso dos países de clima quente (maior parte dos PD) o objetivo é o de evitar a elevação da temperatura do solo e do ar e tentar aproximar a temperatura do interior de uma construção desta temperatura exterior que foi controlada (Kontoleon & Bikas, 2007).

As soluções bioclimáticas estão muitas vezes associadas às construções sustentáveis porque reduzem os consumos de energia e usam os materiais locais, sendo baseadas; nas condições climáticas locais, no movimento do Sol e o impacto que este tem no conforto durante o ano, no aproveitamento das condições existentes em termos de ventos que permitem promover ou afastar (no caso das regiões frias) a ventilação e, na utilização de aspetos culturais locais que influenciam os projetos (Tzikopoulos et al., 2005; Manzano-Agugliaro et al., 2015). Muitas vezes são baseadas no conhecimento tradicional e utilizam materiais locais (Chandel et al., 2016). O processo bioclimático

passa pela definição das condições de conforto, que também depende das condições climáticas existentes e pela seleção das soluções construtivas que podem criar as condições adequadas de conforto (Sharma, 2002, apud Larasati & Mochlara, 2013).

5.2.2. Conforto

O homem para ter condições de sobreviver e ter produtividade nas suas atividades precisa de ter conforto, este depende de ter ou criar ambientes exteriores, semiexteriores e interiores que tenham determinadas qualidades com as quais o homem se sinta bem. A sensação de conforto embora esteja essencialmente relacionada com a temperatura existente num determinado local, é também influenciada por outros fatores como; a humidade, a ventilação, a intensidade da iluminação, o conforto ergonómico, o conforto visual e aspetos fisiológicos e psicológicos que podem variar de uma pessoa para outra, podendo assim ser considerado um estado de espírito que uma pessoa sente ao estar num determinado local e que é influenciado por fatores físicos, psicológicos e sociais. O conforto pode-se assim dividir em: conforto térmico em que um indivíduo num determinado local não sente frio nem calor, que é influenciado pelas componentes físicas relacionadas com a temperatura, ventilação (velocidade do ar), humidade, pelas componentes fisiológicas relacionadas com a atividade metabólica que a pessoa tem no local e a quantidade de roupa que tem sobre o corpo e, psicológicas relacionadas com a pessoa e que também dependem das expectativas que esta tem e às condições a que está habituada; conforto visual que está relacionado com a iluminação existente num local e com a agradabilidade de visualização do mesmo e da sua envolvente (Sayigh & Marafia, 1998; de Paepe & Janssens; 2003; Gaitani et al., 2007; Cole et al., 2008; Larasati & Mochlara, 2013; Taleghani et al., 2013; Attia & Carlucci, 2015; Rupp et al., 2015; Jomehzadeh, et al. 2017).

A temperatura no interior de um edifício é influenciada pela temperatura exterior e condições ambientais existentes no exterior, mas também pelas condições e atividades existentes no interior do edifício, que a maior parte das vezes originam ganhos, provocados com as atividades humanas, equipamentos e iluminação. Os edifícios estão sujeitos aos raios solares e outros elementos do clima. Em termos de radiação solar, recebem-na, transmitem-na e armazenam-na (Balaras, 1996).

O corpo humano com a sua atividade metabólica queima energia e produz calor que liberta para o ambiente por convecção e radiação, mas como a temperatura média normal do corpo humano é sempre a mesma, se a temperatura ambiente for superior, o corpo reage perdendo calor através do processo de transpiração. O corpo humano com o tempo tende a adaptar-se às temperaturas médias existentes num determinado local, dando-se o efeito da aclimação (Givoni, 1998).

Gaitani et al. (2007) dizem que existem duas hipóteses de sensação de conforto, uma em que se nota que o ambiente está frio e que reflete e é influenciada pelas condições existentes no ambiente em termos de temperatura e velocidade do ar e, a outra em termos de que o local está quente e que é influenciada pela temperatura e pela humidade existente no local. A sensação de conforto é influenciada por fatores psicológicos como; a possibilidade de controlo da luz solar, a existência de vistas panorâmicas ou paisagens, a possibilidade de contacto com a natureza e a existência de materiais naturais (Cole et al., 2008). A necessidade de conforto também varia conforme as atividades e o período do dia, sendo que à noite é superior por causa de recuperar o desgaste provocado durante o dia (Givoni, 1998).

Existem diversos estudos que procuram identificar os intervalos de temperatura de conforto, ou seja, onde uma pessoa não sente calor nem frio, a chamada temperatura neutra. Estudos efetuados mostram que pessoas de diferentes regiões climáticas têm diferentes intervalos de temperatura de conforto. Os mais conhecidos são o de Fanger, com o PMV (Predicted Mean Vote) ou também conhecido como método passivo, porque considera que as pessoas não têm capacidade de intervir e, o conhecido pelo modelo adaptativo estudado por Nicol & Humphreys, Auliciems, de Dear, Brager & Cooper e de Dear & Brage, onde se tem em conta a capacidade de aclimação das pessoas (Sayigh & Marafia, 1998; Yang et al., 2014; Rupp et al., 2015). Os intervalos de temperatura (T_n) são muitas vezes associados a uma equação do tipo $T_n = b + aT_o$, em que a constante b está relacionada com a temperatura média exterior e a constante a é o fator de multiplicação. Para Humphrey esta equação é dada pela fórmula $T_n = 11,9 + 0,534T_m$, por sua vez para Auliciems a fórmula é $T_n = 17,6 + 0,314T_m$, para a ASHRAE é dada pela expressão $TC = 0,31T_m + 17,8$ (Sayigh & Marafia, 1998, Attia & Carlucci, 2015).

Não existe consenso entre os diversos autores que fizeram estudos sobre o tema, no estudo que fizeram sobre estes modelos Attia & Carlucci (2015) referem diversos autores com valores para o b situando-se entre os 11,9 e 19,39 e para o a entre os 0,255 e 0,54, sendo nalguns dos modelos definidos os intervalos de temperatura, que variam, de uma maneira geral sem distinguir cada modelo entre os 5°C e os 35°C. Yang et al. (2014) referem que o intervalo de temperatura de conforto é afetado por diversos fatores de origem pessoal, ambiental, económica, cultural e social e que o intervalo de temperatura de conforto pode se situar entre os 17°C e 30°C.

Em termos de regulamentação e aplicação dos conceitos de conforto térmico em edifícios existem algumas normas nacionais (que também são aplicadas em projetos internacionais), como as ASHRAE 55-2013, que apresenta intervalos de conforto em função das temperaturas médias e do tipo de construção, como por exemplo os edifícios

naturalmente ventilados, apresentado na figura 52 da página seguinte e, internacionais, como as normas ISO 7730-2005 e a norma europeia EN 15251-2007 (Rupp et al., 2015).

A indicação de intervalos médios de conforto permite ter valores de referência que servem de base para regulamentos e outras orientações para os projetistas conceberem ambientes adequados e para o controlo de sistemas de climatização (Nicol & Humphreys, 2002; Attia & Carlucci, 2015). No entanto o conforto que uma pessoa sente é função de diversos fatores e existe sempre a possibilidade de algumas pessoas não se sentirem confortáveis nesse intervalo de temperatura (Taleghani, et al., 2013).

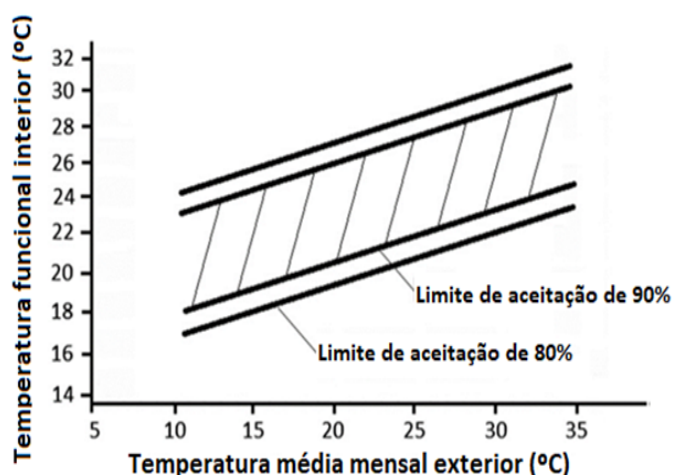


Figura 52 – Intervalo de temperatura de conforto para edifícios naturalmente ventilados, segundo a norma ASHRAE 55 (Fonte Yang et al., 2014, p.168)

Com base nestes intervalos de temperatura de conforto e sabendo as temperaturas médias podem-se definir as principais estratégias bioclimáticas, para que os edifícios sejam projetados de modo a consumirem menos energia e, por consequência, contribuam para o desenvolvimento sustentável. Estas estratégias baseiam-se essencialmente em duas vertentes, uma relacionada com a necessidade de aquecer o edifício, ou manter o calor dentro do mesmo e, a outra com a necessidade de afastar o calor do interior do edifício (Nicol & Humphreys, 2002; Tejero-González et al., 2016). No projeto também há que ter em conta as possíveis alterações climáticas provocadas pelo aquecimento global (Yang et al., 2014).

As cartas bioclimáticas são representações gráficas que permitem representar as temperaturas médias de um dado local e comparar estas com um, ou mais intervalos de temperatura de conforto, podendo verificar-se assim se a temperatura existente num dado local está dentro dos intervalos de conforto para esse mesmo local e população. Podem ser baseadas em diagramas psicrométricos onde temos a temperatura e a humidade e também onde se pode incluir outros limites, como, por exemplo, a carta

bioclimática de Givoni. As cartas bioclimáticas permitem fazer uma leitura rápida e, com base nos limites indicados para cada uma das estratégias de conforto, permite aos projetistas optarem pelas soluções arquitetônicas mais adequadas a um determinado local. Uma das cartas bioclimáticas mais utilizadas é a de Givoni, que define os intervalos de conforto e limites associados a diferentes estratégias de condicionamento ambiental para se atingir o conforto (Lomas et al., 2004).

Em termos de definições de condições de conforto o modelo da temperatura de conforto da ASHRAE e o modelo de Givoni são os mais utilizados, mas segundo Rupp & Ghisi (2014) o modelo proposto por Givoni e destinado aos PD é o mais adequado.

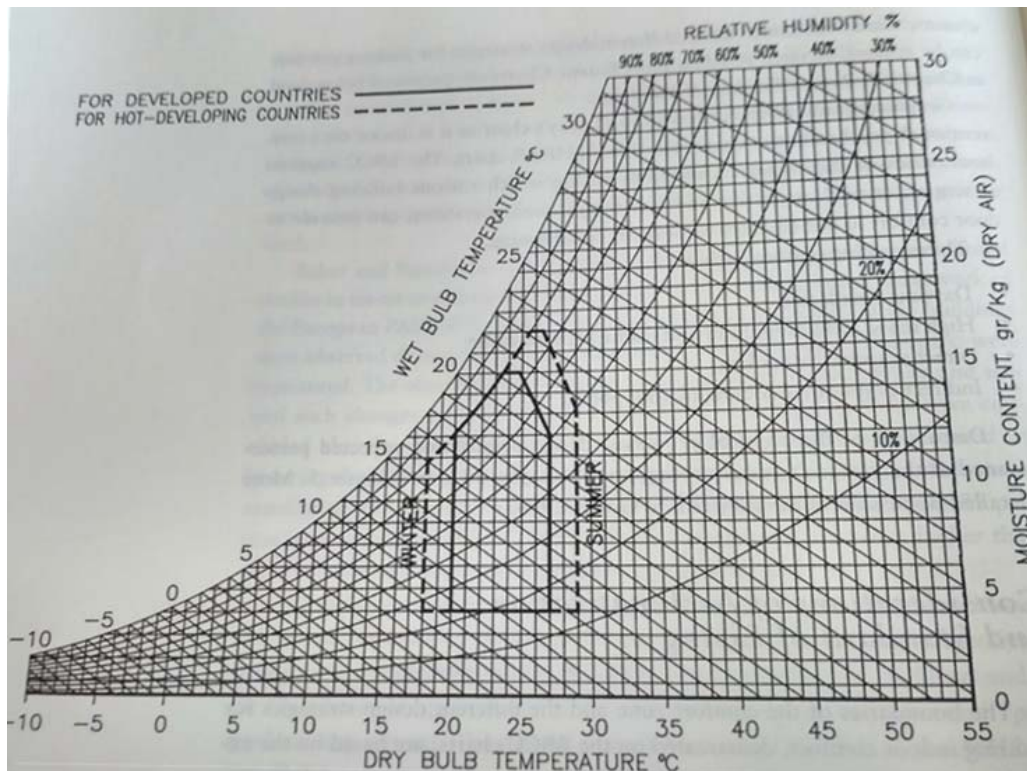


Figura 53 – Carta bioclimática de Givoni com as temperaturas de conforto (fonte Givoni, 1998, p. 38)

Givoni apresenta na sua carta bioclimática base, apresentada na figura 53, os intervalos de conforto de 20 a 27°C (até 29°C para os países quentes em desenvolvimento), com uma humidade de cerca de 20 a 80% (Givoni, 1998).

O modelo de carta bioclimática de Givoni procura prever as condições climáticas no interior de um edifício baseado nas temperaturas exteriores e na humidade existente no ar, com medições destas temperaturas feitas em termómetros de bulbo seco e bulbo húmido, que nos permite verificar a humidade e o potencial de arrefecimento evaporativo, ou em termómetros de bulbo seco acompanhados da medição da humidade relativa ou absoluta, definindo uma zona de intervalo de temperatura que associado a

um determinado intervalo de humidade corresponde à zona de conforto. Quando a temperatura ou a humidade ficam abaixo desse intervalo há a necessidade de recorrer a estratégias para fazer as correções para que se consiga obter o conforto.

As cartas bioclimáticas baseiam-se em valores médios de humidade, temperatura e velocidade do vento não têm em conta as variações, a aclimação, o número de horas de conforto e desconforto, o nível de proteção e, a quantidade de roupa que as pessoas usam (Sayigh & Marafia, 1998). O próprio Givoni, (1994, apud Lomas et al. 2004) manifestou também algumas dúvidas quando se utiliza construção com muita inércia térmica.

As cartas bioclimáticas, associadas a modelos que indicam as temperaturas de conforto (como a de Givoni), permitem com os dados climáticos de um determinado local facilitar as análises a fazer a um projeto de um edifício criando condições de conforto através de estratégias bioclimáticas com a utilização de soluções construtivas que usem menos recursos eletromecânicos consumidores de energia (Sayigh & Marafia, 1998).

5.2.3. Estratégias bioclimáticas (na carta bioclimática de Givoni)

A partir dos valores limites acima mencionados para que haja a sensação de conforto há a necessidade de fazer correções utilizando estratégias para controlar o ambiente interior de um edifício. Estas estratégias podem ser de aquecimento, quando as temperaturas interiores são inferiores aos 18°C-20°C e de arrefecimento quando são superiores os 27°C-29°C. Givoni define como opções passivas de resfriamento, para aumento da sensação de conforto e correspondente aumento da zona de conforto; a ventilação durante o dia, alta massa térmica do edifício associada ou não à ventilação noturna, o resfriamento evaporativo, o resfriamento evaporativo através de tanques de água na cobertura e, o arrefecimento por condutas no solo.

Com base no modelo de Givoni, diversos autores (Sayigh & Marafia, 1998; Attia & Carlucci, 2015) têm proposto cartas bioclimáticas, fazendo algumas adaptações em função dos locais e das populações existentes no mesmo. Um exemplo de uma carta bioclimática (diagrama psicométrico bioclimático) baseada em Givoni é apresentado na figura 54 da página seguinte, onde são apresentadas 15 diferentes zonas climáticas de conforto, em que cada uma delas está associada a uma determinada estratégia.

Assim nas zonas 1 e 2 correspondem às zonas de conforto, correspondentes a um intervalo de temperatura exterior entre os 20 a 27°C e de humidade entre os 20% a 80%, sem a necessidade de qualquer correção adicional, nem de estratégias de ventilação, para além das necessárias à renovação de mínima de ar. Esta zona de conforto pode ser ampliada se for aumentado o nível de ventilação (natural ou mecânica), assim pode ser

aumentada até aos limites da zona 15 se a ventilação for de 0,5m/s e até aos limites da zona 12 se a ventilação for aumentada para 1,0 m/s.

As zonas 3, 4, 5 e 7 correspondem a estratégias correspondentes à necessidade de aquecimento seja por soluções bioclimáticas passivas que possam ser utilizadas nas zonas 3, 4 e 5, a soluções que exigem aquecimento tradicional na zona 7. Dentro das zonas anteriores se a humidade for muito baixa, zona 6, para além do aquecimento há a necessidade de humidificar o ambiente para se criar conforto. Para temperaturas médias superiores a 20°C há a necessidade de ter proteções solares para evitar demasiados ganhos interiores de temperatura, zona 8.

A região demarcada como zona 9, corresponde a estratégias baseadas na inércia térmica que aproveitam as diferenças de temperatura entre o dia e a noite e capacidade de absorção e libertação de calor de estruturas pesadas. A zona 10 que corresponde a uma zona com humidades relativas baixas e temperaturas até cerca de 40°C, é uma zona de soluções construtivas baseadas no resfriamento evaporativo associado a estratégias de arrefecimento com base na inércia térmica.

A zona 11 necessita das soluções apresentadas nas zonas 9 e 10, mas também de sistemas ventilação noturna de modo a fazer baixar a temperatura interior da estrutura e aproveitar a inércia térmica desta para criar as condições de conforto. Por último a zona 13 necessita de condicionamentos mecânicos para se atingir o conforto.

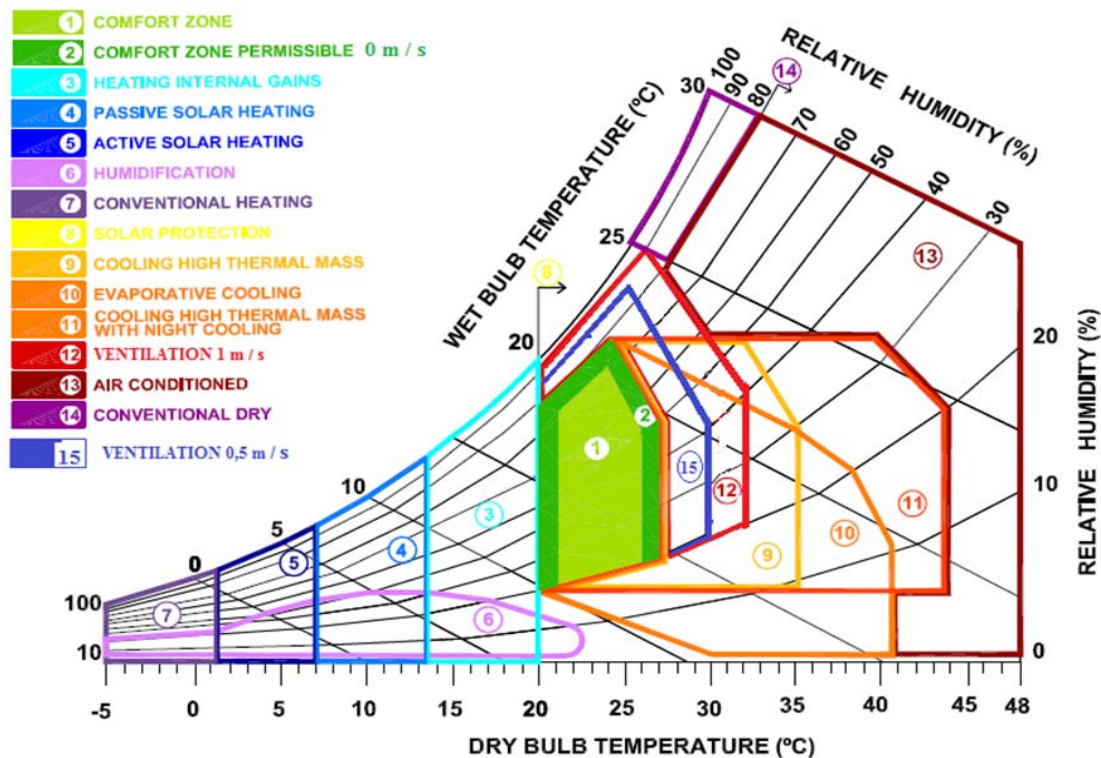


Figura 54 – Estratégias bioclimáticas de Givoni (Adaptado de Lenoir et al., 2012; Manzano-Agugliaro et al., 2015)

5.2.4. Ventilação e conforto

Ventilação é mudança ou substituição do ar existente num determinado espaço fechado por outro ar que vem de fora deste espaço. É necessária para repor os níveis de oxigénio, para remover humidade em excesso, odores, fumos e outros vapores (que podem ser poluentes), sendo assim fundamental para que um edifício tenha condições adequadas de habitabilidade. Permite remover calor excessivo que exista num compartimento e o excesso de calor da pele do corpo humano. A ventilação natural consegue-se com a circulação do ar através das aberturas (janelas, portas e outras) e também através do efeito das diferenças térmicas de elementos construtivos (Olivier, 1997; Khan et al., 2008; Jomehzadeh et al., 2017).

Nos países tropicais húmidos a necessidade de ventilação é superior porque forma-se junto ao corpo uma zona com maior humidade no ar resultante do processo de evapotranspiração, havendo a necessidade de o remover (Olivier, 1997), para provocar a sensação de conforto originada pela secagem da pele (Givoni, 1998; Hughes et al., 2011).

A ventilação só cria sensação de conforto se a temperatura ambiental se situar até cerca de 33°C, ou até 37°C e humidade entre 30% a 70%, valores de humidade fora deste intervalo criam desconforto (Givoni, 1998; Martín, et al., 2010). A partir dos 37°C o aumento da velocidade aumenta a sensação de desconforto (Givoni, 1998). A velocidade do vento deve ser entre 0,2 a 2,0 m/s, para valores superiores podem causar irritação e desconforto, para escritórios o limite, geralmente, aceite é de 1 m/s, valores superiores podem levantar os papeis e por isso não são muito aconselháveis (Olivier, 1997; Manzano-Agugliaro et al., 2015; Rupp et al., 2015). A ventilação exterior em locais de climas quentes é um dos importantes fatores que originam sensação de conforto (Givoni, 1998).

5.2.5. Estratégias de conforto em edifícios

Rodriguez-Ubinas et al. (2014) apresentam as principais estratégias de conforto, figura 55 da página seguinte, com base na utilização de soluções passivas, dividindo estas em três conjuntos: soluções para aquecimento, soluções para arrefecimento e soluções de armazenamento térmico.

Os principais parâmetros que afetam o conforto de um edifício são as propriedades termofísicas do envelope, a forma, a distância entre edifícios e a orientação dos mesmos. As principais estratégias bioclimáticas para os locais de clima quente e húmido são: minimizar os efeitos dos raios solares e da absorção de energia que estes têm, com a orientação e a colocação das aberturas, com sistemas de sombreamento e de utilização de cores claras; utilizar materiais de baixa condutividade térmica, por exemplo, madeira

ou materiais porosos como o terra; promoção da ventilação através da orientação dos edifícios e das aberturas cruzadas de modo a aproveitar os ventos; promover a condutividade térmica através do solo; promover o uso do arrefecimento com base na emissão de radiação para o exterior nos períodos mais frios do dia (noite), e utilizar a evaporação como um processo de arrefecimento (Lavafpour & Surat, 2011).

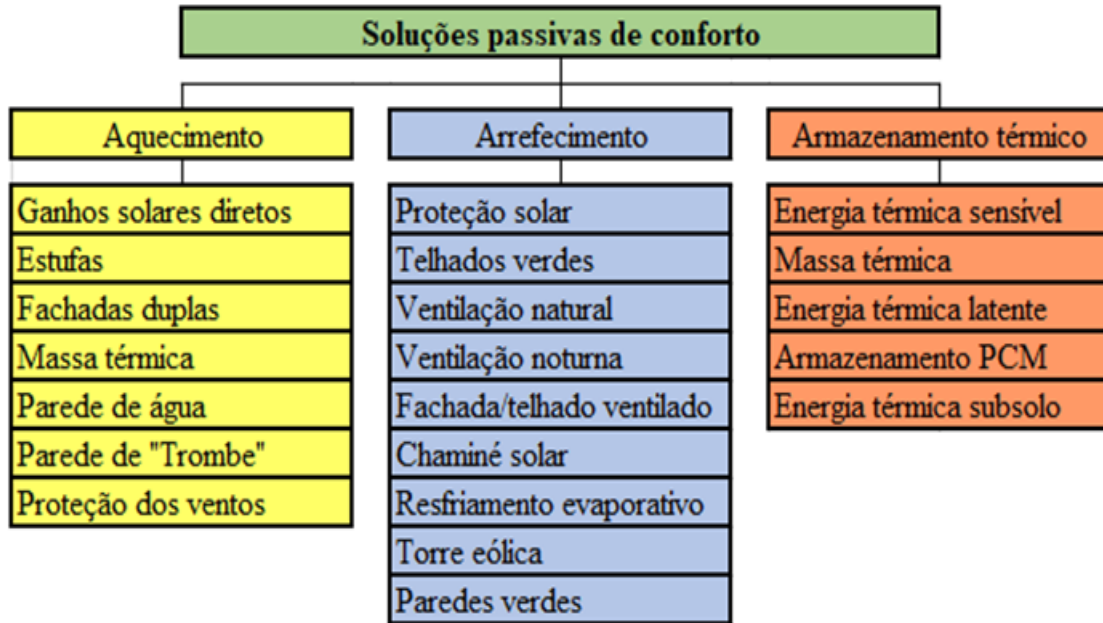


Figura 55 – Soluções passivas de conforto térmico (adaptado de Rodriguez-Ubinas et al., 2014)

5.2.6. Estratégias bioclimáticas de arrefecimento

As estratégias bioclimáticas de arrefecimento (figura 56 da página seguinte) podem ser baseadas; na proteção à entrada direta dos raios solares dentro de um edifício, na ventilação, na inércia térmica, no arrefecimento evaporativo e na capacidade de arrefecer um edifício através do aproveitamento das diferenças de temperatura existente no subsolo (Givoni, 1998, Jomehzadeh et al., 2017). O controlo da radiação solar nos países de clima quente como são geralmente os PD, necessitam de uma proteção adequada em relação aos raios solares, sendo importante evitar os ganhos de temperatura com a incidência do sol diretamente no interior, mas também no invólucro exterior e até na envolvente, para que se evite a captação da energia associada aos raios solares.

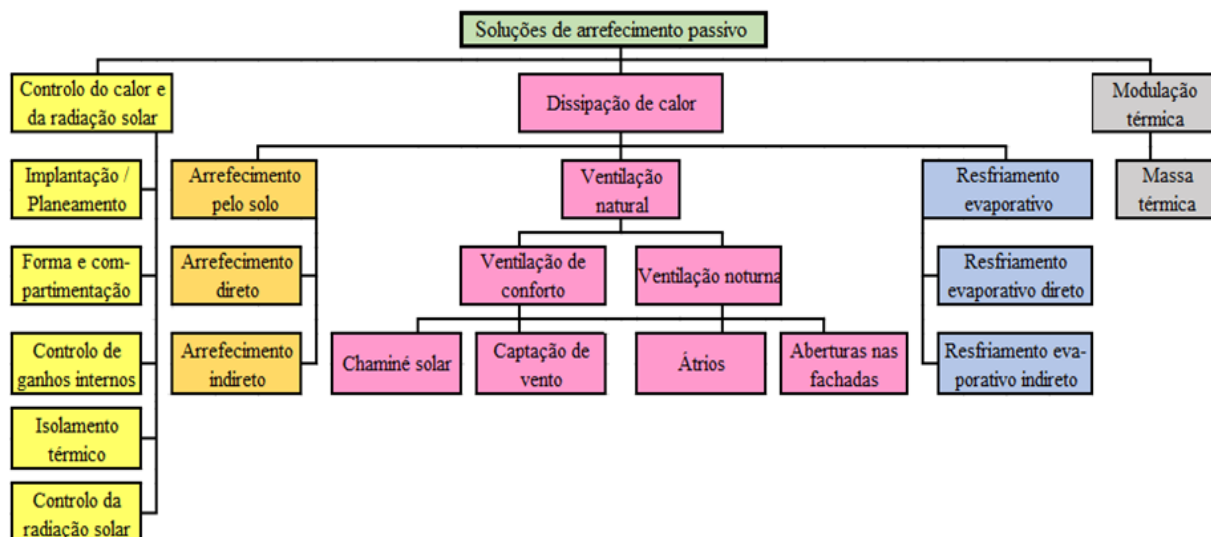


Figura 56 – Técnicas de resfriamento passivo (adaptado Jomehzadeh et al., 2017, pág. 737)

5.2.6.1. Estratégias de controlo do calor e da radiação solar

Segundo Gago et al. (2013), com medidas corretas de planeamento pode-se reduzir até cerca de 30% o consumo de energia relacionado com o condicionamento do ar no interior dos edifícios. A tabela 16 e 17 (da página seguinte) apresentam algumas as características de cada uma das estratégias de arrefecimento passivo indicadas para os países em desenvolvimento e de clima quente.

Tabela 16 – Estratégias de implantação, forma e compartimentação

		Principais características
Controlo do calor e da radiação solar	Implantação / Planeamento	Construção em locais que tenham condições climáticas favoráveis. Definição de regras de ocupação do solo (local e densidade) e da orientação das ruas e dos edifícios, forma (incluindo volumetria) e materiais utilizados, para procurar aproveitar os efeitos benéficos do clima e diminuir o efeito de ilha de calor. Aproveitamento ou criação de microclimas com; localização das áreas verdes, de corredores de ventilação e locais com água, diminuição da transmissão e absorção da radiação solar, aumento das zonas de sombra e das áreas verdes. (Gaitani et al., 2007; Gago et al., 2013; Larasati & Mochlara, 2013; Manzano-Agugliaro et al., 2015; Marić et al., 2016; Yang & Chen, 2016).
	Forma e compartimentação	Forma que permita: que as fachadas que têm maior incidência solar sejam menores, com menores aberturas e, que tenham possibilidade de sombreamento; que permitam aproveitar a ventilação natural, redirecionando os ventos para o interior dos compartimentos, que este circule no seu interior e possa sair para o exterior (ventilação cruzada), por exemplo com aberturas de ventilação interiores; aproveitar o efeito das diferenças térmicas para que o ar quente suba e saia do interior e que seja substituído por ar mais fresco; formas compactas e paredes interiores espessas, (Olivier, 1997; Coch, 1998; Lasarati & Mochlara, 2013; Rodriguez-Ubinas et al., 2014).

Tabela 17 – Estratégias de controlo de ganhos internos e externos e de isolamento

Principais características	
Controlo de ganhos internos	Limitação dos ganhos: internos com a execução de atividades que contribuam para estes ganhos em locais isolados dos restantes e/ou que tenham sistemas que permitam a remoção rápida do calor; com a acumulação de calor e de ar quente no interior, nomeadamente através da concentração de calor na zona interior do telhado; com a entrada de ar quente para o interior, por exemplo, com a colocação de vegetação ou sistemas resfriamento evaporativo, cores claras (Novais-Ferreira et al, 1962; Givoni, 1998; Toe & Kubota, 2015; Roslan et al., 2016).
Isolamento térmico	O isolamento térmico em países de clima tropical é mais necessário nas superfícies que estão mais em contato com a radiação solar, como por exemplo as coberturas. O isolamento térmico nas paredes exteriores só se torna vantajoso se existirem sistemas eletromecânicos de climatização, fora este caso, o isolamento térmico pode ser conseguido com a diminuição da absorção da radiação solar e com massa ou inércia térmica que atrasem o aquecimento interior (Balaras, 1996; Cheng et al., 2005; Chungloo & Limmeechokchai, 2009).
Controlo da radiação solar	Estratégias de sombreamento e de diminuição da absorção solar, relacionadas com: a orientação em relação ao Sol; dispositivos que permitem limitar a incidência dos raios solares, como o prolongamento dos telhados, o sombreamento das aberturas com sistemas fixos ou móveis, pelo exterior ou pelo interior; a colocação estratégica de árvores e outras plantas que capturem os raios solares e impeçam que estes cheguem aos elementos do edifício; soluções construtivas que incluam elementos fixos como as varandas, os pátios e outros; cores claras no invólucro exterior, (Olgay, 2002; Hashema & Khatami, 2017).

Para Perini & Magliocco (2014) a vegetação em locais quentes e secos pode reduzir a temperatura em cerca de 3,5°C. Fintikakis et al. (2011) referem que as superfícies sobre as quais incidem diretamente os raios solares podem ter uma temperatura superior em cerca de 11°C em relação às que estão à sombra.

5.2.6.2. Estratégias de dissipação de calor

As soluções bioclimáticas passivas que permitem fazer baixar a temperatura interior de um edifício, para além das anteriormente referidas que têm a ver com o controlo da entrada da radiação solar, baseiam-se na modulação dos picos de calor, por exemplo, através da inércia térmica e na dissipação do calor existente no interior através de técnicas de ventilação, resfriamento evaporativo e arrefecimento através do subsolo (Santamouris & Kolokotsa, 2013; Toe & Kubota, 2015).

As estratégias de dissipação de calor pelo solo e através do resfriamento evaporativo (figura 57 da página seguinte) são sistemas usados há muito tempo que têm vindo a evoluir para soluções mais eficientes. A capacidade teórica do resfriamento evaporativo é dada pela diferença entre a temperatura de bolbo seco e a temperatura de bolbo

húmido, que corresponde à capacidade de absorção de energia na transformação da água em vapor de água até à saturação do ar (Basediya et al., 2013).

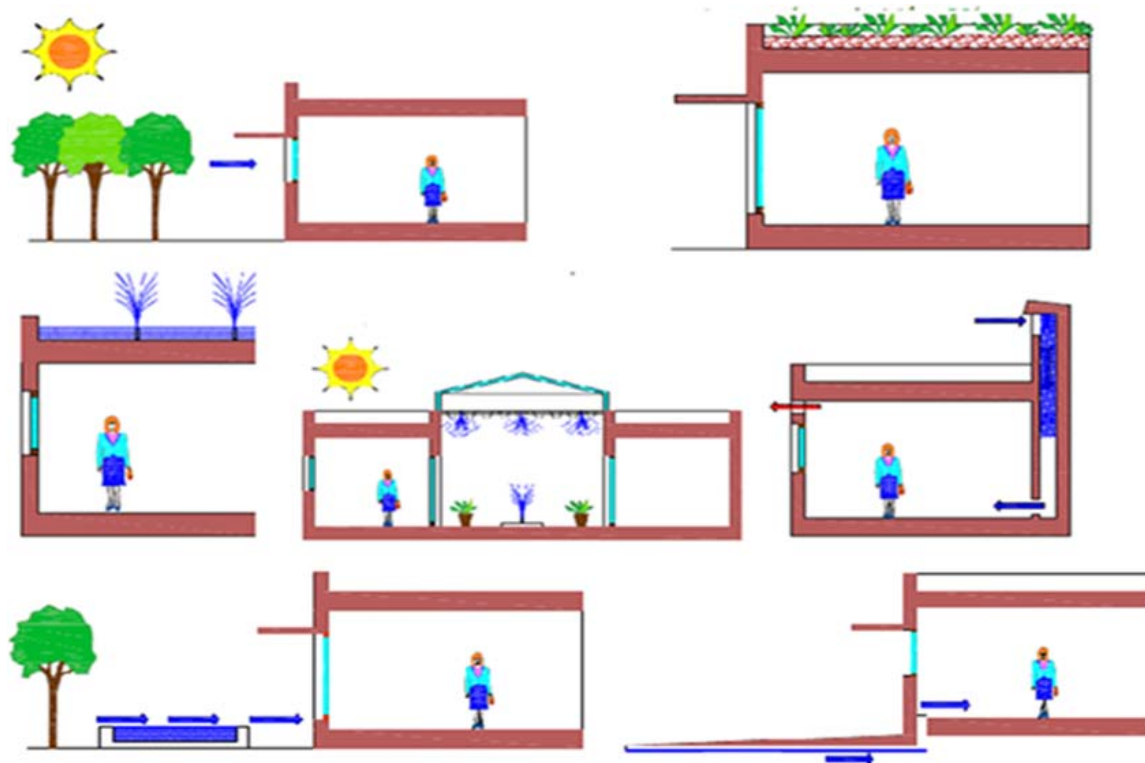


Figura 57 - Algumas técnicas de resfriamento evaporativo (adaptado de Manzano-Agugliaro et al., 2015)

Se a humidade relativa for de mais 80% não é possível utilizar o resfriamento evaporativo direto porque o potencial de resfriamento evaporativo não existe, devendo recorrer-se a sistemas de resfriamento evaporativo indireto, como mostra a carta bioclimática de Givoni (1998).

A tabela 18 apresentada a seguir apresenta um resumo de algumas das principais estratégias de dissipação de calor pelo solo.

Tabela 18 – Estratégias de dissipação de calor pelo solo

Principais características	
Arrefecimento pelo solo	Estratégias de arrefecimento direto - utiliza-se quando a humidade existente no ar é adequada, este é arrefecido através da passagem por condutas (tuneis e outros) enterradas no solo, pode ser feita a recirculação do ar interior dos edifícios, total ou parcialmente. A profundidade média deve de ser de cerca de 3,0 m, onde se terá uma temperatura equivalente à media do local. O sistema é influenciado por: tipo, diâmetro e comprimento da tubagem; velocidade do ar, e; humidade. Tem desenho simples, baixa manutenção e baixos custos no ciclo de vida. Tem um custo elevado de construção, (de Paepe & Janssens, 2003; Bansal et al., 2011; Ozgener, 2011; Vaz et al., 2011).
	Estratégias de arrefecimento indireto - geralmente utilizam-se quando o ar não tem a humidade adequada e se faz o resfriamento com base num intercâmbio. Têm as mesmas características dos anteriores, mas são sistemas mais caros e complexos (Ozgener, 2011).

No resfriamento pelo solo, a capacidade de arrefecimento varia em função dos diversos fatores (anteriormente apresentados) e da temperatura existente no subsolo, no entanto estudos feitos por diversos autores e com diferentes modelos apontam para valores situados entre os cerca de 3°C a próximo de 13°C (Ozgener, 2011; Vaz et al., 2011). A tabela 19 faz um resumo de algumas das principais estratégias de dissipação por resfriamento evaporativo.

Tabela 19 – Estratégias de dissipação de calor por resfriamento evaporativo

Principais características	
Resfriamento evaporativo	Resfriamento evaporativo direto - baseia-se na absorção de energia (calor) pela mudança de fase de líquido para vapor da água, quando o ar quente e seco entra em contacto com esta. Adequado para ambientes com pouca humidade no ar. O poder de arrefecimento aumenta conforme diminui a humidade existente no ar, com humidade relativa maior que 80% deixa de funcionar. Pode ser baseado na existência de locais com água e vegetação, materiais porosos que deixam passar a água, até à colocação de sistemas de microaspersores. Geralmente necessita de ventilação para encaminhamento do ar e do contacto deste com a água. Pode ser usado em sistemas interiores e exteriores. Mesmo que associado a sistemas eletromecânicos o consumo de energia é muito inferior aos sistemas de ar condicionado (Givoni, 1998; Palmer, 2002; Silva, 2004; Pearlmutter, 2008; Narumi et al., 2009; Manzano- Agugliaro et al., 2015).
	Resfriamento evaporativo indireto - baseia-se nos mesmos principios do direto, mas o arrefecimento é feito com base num intercambiador de calor. Quando associado a sistemas com compostos dissecantes permite ser utilizado mesmo com humidades relativas elevadas. Em relação aos sistemas de ar condicionado pode ter reduções de consumo de energia de cerca de 50% (Bruno, 2011; Rafique et al., 2015).

5.2.6.3. Ventilação Natural

A ventilação natural (tabela 20 da página seguinte) permite melhorar a qualidade interna do ar presente dos edifícios, permitindo remover odores e alguns contaminantes sem recorrer a meios mecânicos e a consumo de energia e melhorar o conforto ambiental através do aumento da velocidade do ar e do efeito de evapotranspiração e diminuir a temperatura da massa térmica dos elementos construtivos existentes que por sua vez vão influenciar a temperatura nos períodos seguintes (Jomehzadeh et al., 2017).

Com a ventilação natural pode-se aumentar a temperatura de conforto até 3°C (Givoni, 1998), podendo assim diminuir a temperatura ambiente. As torres eólicas permitem contribuir para o aumento da ventilação, mas estão limitadas à existência de vento, o que nem sempre acontece em muitas das regiões tropicais (Khan et al., 2008; Saadatian et al., 2012), sendo assim mais indicadas para as regiões quentes onde estes existem.

Tabela 20 – Estratégias de ventilação natural

Estratégias de dissipação de calor - Ventilação natural	Ventilação de conforto	<p>Estratégias de captação de vento – o vento para além de passar através das aberturas existentes cria pressões positivas e negativas, estas no lado oposto, devendo neste lado as aberturas serem maiores, para favorecer a sua passagem. Para forçar o vento a dirigir-se para as janelas e outras aberturas pode-se criar paredes laterais e horizontais próximo da parte superior do edifício, devem de ser utilizadas quando não é possível ter ventilação cruzada, porque permitem melhorar a circulação do vento no interior dos compartimentos. As torres eólicas permitem contribuir para o aumento da ventilação, captando o vento, mas funcionam mal em climas quentes e húmidos e podem ser locais de entrada de insetos (Olgyay, 2002; Busato, 2003; Khan et al., 2008; Hughes et al., 2011; Saadatian et al., 2012; Lasarati & Mochtar, 2013).</p> <p>Estratégias de chaminé solar - aproveitam o aquecimento do ar através dos raios solares, diretamente ou indiretamente através do aquecimento de elementos presentes nas construções e de este ser mais leve e subir criando um funcionamento de termossifão, permitindo a entrada de ar por uma abertura situada noutra local, de preferência onde o ar seja mais fresco. Este sistema pode ser usado para aquecimento e arrefecimento (por exemplo a parede de “Trombe”). Funcionam melhor se a diferença de temperatura entre a existente no exterior e no interior for elevada, se for pequena a tendência é de terem uma eficiência menor. O seu funcionamento aumenta com o aumento da radiação solar e a diminuição dos ventos, (Amer, 2006; Santamouris et al., 2007; Chungloo & Limmeechokchai, 2009; Macias et al., 2009; Chan et al., 2010; Zhai et al., 2011; Saadatian et al., 2012; Manzano-Agugliaro et al., 2015).</p>
	Ventilação noturna	<p>Estratégias de Átrios – baseiam-se na inclusão de espaços interiores onde se criam microclimas e na criação de aberturas e ligações dos compartimentos com esta zona interior. Os microclimas são geralmente feitos com a inclusão de vegetação, água, e sombra, onde se dissipa parte da energia (calor). Para além disso nos edifícios de vários pisos permitem criar movimentação de ar por causa da subida do ar quente. Nos países tropicais devem de ter poucos espaços vidrados e são mais eficientes em construções de vários pisos. As configurações quadradas são as mais eficientes. Funcionam melhor se houver a possibilidade de ventilação cruzada (Aldawoud, 2013; Stevanović, 2013; Moosavi, et al., 2015).</p> <p>Estratégias de aberturas nas fachadas – permitem aproveitar os ventos e os efeitos de termossifão de subida do ar quente e entrada de ar mais fresco. As aberturas de entrada de ar podem estar associadas a elementos que arrefeçam este. A melhor implantação das aberturas, para aproveitamento dos ventos dominantes é aquela em que as aberturas, de entrada e de saída, estão direcionadas perpendicularmente em relação a estes e permitem que estes tenham passagem sem impedimentos. Para melhor aproveitamento dos ventos, as aberturas podem ter paredes que os redirecionam e fazem aumentar as diferenças de pressões, (Busato, 2003; Khan et al., 2008; Ip et al., 2010; Hughes et al., 2012).</p>

As estratégias de ventilação natural podem ter técnicas que a permitem melhorar, como por exemplo a criação de paredes exteriores que redirecionam os ventos (figura 58).

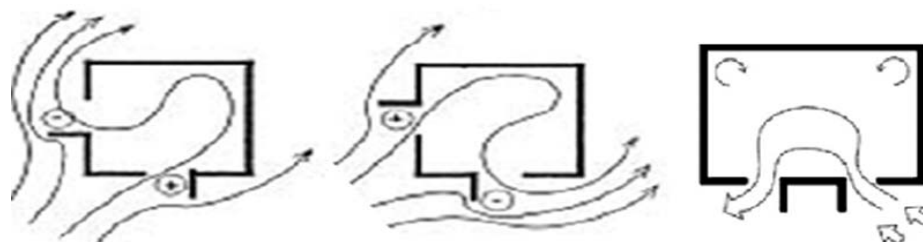


Figura 58 - Potenciar a entrada dos ventos (fonte Fleury, 1990 apud Busato, 2003; Khan et al., 2008)

As chaminés ou torres de vento e os telhados solares (figura 59) permitem ser uma possível solução para potenciar a ventilação natural. Chungloo & Limmeechokchai (2007) em testes que fizeram num clima tropical húmido concluíram que o efeito da chaminé solar consegue diminuir a temperatura do interior de um edifício de cerca de 1°C a 3,5°C.

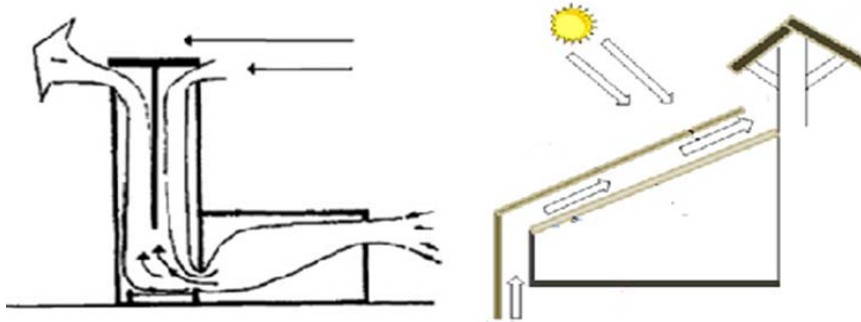


Figura 59 - Torres de vento e telhados solares (fontes: Khan et al., 2008; Khanal & Lei, 2011)

Harris & Helwig (2007) e Shi & Chew (2012) referem que a inclusão das chaminés solares nos telhados tem as seguintes principais vantagens: maior facilidade de construir coletores (chaminés) maiores, podem ser integradas nos telhados e com isso se conseguir efeitos estéticos mais agradáveis, podem não necessitar de torres adicionais e com isso serem mais baratas e, mais fáceis de instalar em construções já existentes. Como desvantagens referem que: a inclinação é limitada pela inclinação do telhado, maior transferência de calor entre o ar que circula no interior e a superfície exterior o que pode levar a que parte do efeito se perca, alguns elementos construtivos situados no interior da superfície que capta os raios e na superfície do telhado, assim como as curvas, criam perdas de pressão e de velocidade de ascensão do ar quente e, pode ser mais difícil adicionar elementos pesados que tenha maior inércia térmica.

Singh et al. (2009) no estudo que fizeram sobre construções vernaculares na Índia encontraram alguns sistemas de ventilação associados à ventilação pelos telhados, que vão desde aberturas até tetos feitos em materiais como canas, folhas e palha, que entrançados permitem a ventilação (figura 60).



Figura 60 - Ventilação em tetos (fonte Singh et al., 2009)

Alguns materiais para além da capacidade de diminuir as amplitudes dos picos de temperatura também têm a capacidade de diminuir a amplitude da humidade existente no ambiente interior, como por exemplo, as construções em terra, permitindo obter ganhos com a massa e inércia térmica (Allinson & Hall, 2010; Martín et al., 2010). A tabela 21 apresenta um resumo das principais características da inércia térmica num edifício.

Tabela 21 – Inércia térmica

Principais características	
Massa térmica	Permite diminuir as amplitudes térmicas existentes entre o dia e a noite, baixando-as durante o dia e subindo à noite, atrasando os picos. Baseia-se nas propriedades que os materiais têm de admitir e transmitir radiação, outros fatores que influenciam são por exemplo capacidade de absorção e transformação da água em vapor e vice-versa ou de latência. Exige materiais de elevada densidade e aumenta conforme a espessura (quantidade) destes materiais, mas a partir de um limite deixa de ter interesse em aumentar a espessura. Exige impedir a entrada da radiação solar durante o dia e a entrada de ar mais fresco durante a noite para libertar o calor acumulado durante o dia. Funciona bem se as variações de temperatura forem de pelo menos 8°C. O atraso térmico deve de ser de cerca de 8 horas. Demasiadas aberturas diminuem o efeito de inércia térmica. Precisa de formas mais compactas e com maior espessura nas paredes interiores, (Balaras, 1996; Coch, 1998; Givoni, 1998; Morony 2007; Gregory et al., 2008; Aste et al., 2009; Macias et al., 2009; Martín et al., 2010; El Fgaier et al., 2016).

Para que a inércia térmica num edifício funcione, este deve ter: uma correta orientação em relação ao Sol; isolamento das superfícies exteriores, com especial referência aquelas partes que recebem diretamente os raios solares; ter condições que favoreçam e controlem a ventilação, impedindo que esta entre nos períodos mais quentes e que esta seja aproveitada e ampliada nos períodos mais frescos do dia e; que os ocupantes utilizem adequadamente o edifício (Balaras, 1996). Cheng et al. (2005) referem que o uso de cores claras no invólucro exterior de um edifício associado à inércia térmica pode reduzir em muito as temperaturas existentes no interior, mas que se forem utilizadas cores escuras o efeito pode ser o contrário e a temperatura interior ser maior.

5.2.6.4. Estratégias mistas

Cole et al. (2008) referem que os edifícios que têm sistemas naturais de controlo do ambiente interno para se conseguir ter condições de conforto e habitabilidade têm uma combinação de estratégias construtivas para controlo dos ambientes internos baseadas na utilização de massa térmica, aquecimento solar passivo, arrefecimento solar passivo, ventilação natural e controlo da luz solar. São muito influenciados pelas condições existentes no exterior e os utilizadores devem estar envolvidos no controlo das condições externas que influenciam as internas, como o fecho e abertura de vãos e o manuseamento de equipamentos que controlam a entrada dos raios solares.

A inércia térmica é fundamental nas soluções de desenho passivo ou bioclimáticas, sendo uma das soluções base em muitas das construções bioclimáticas (Monrony 2007; Gregory et al., 2008; Aste et al., 2009). A cor é uma estratégia de controlo da temperatura de um edifício do efeito de ilha de calor (Lavafpour & Surat, 2011; Chandel et al., 2016) sendo também necessária para que a inercia térmica funcione (Cheng et al. (2005). Esta também precisa de estar associada à ventilação (de cerca de $90\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$) para se poderem fazer as trocas de calor por convecção (Balaras, 1996).

A torre eólica em conjunto com a chaminé solar permite que nos períodos de menor intensidade do vento e maior insolação aproveitar o efeito de subida do ar quente permite criar condições para fomentar a ventilação, elimina-se algumas das possíveis desvantagens quando não há vento e as temperaturas (radiação solar) é elevada, podendo-se conseguir cerca de 60 renovações por hora (Khan et al., 2008; Dehghani-sanij et al., 2015). Torre eólica associada ao resfriamento evaporativo, permite uma capacidade de resfriamento de cerca de 11°C (Khan et al., 2008).

Alguns outros sistemas mistos como o telhado solar associado à inércia térmica permitem redução dos ganhos de calor em cerca de 70% (de Blois et al., 2013), chaminé solar e resfriamento pelo solo permitem criar condições de conforto mesmo com temperaturas de quase 50°C (Maerefat & Haghighi, 2010). Outros sistemas mistos podem ser o arrefecimento pelo solo associado ao resfriamento evaporativo (Bansal et al., 2011), a chaminé solar e torre eólica em conjunto com sistema de resfriamento evaporativo inserido na chaminé (Hughes et al., 2011). Os sistemas anteriormente referidos foram aplicados em diferentes situações. A seleção dos sistemas vai depender das condições existentes no local.

5.2.7. Conforto nas zonas urbanas

O homem passa a maior parte do tempo no interior dos edifícios, no entanto, a circulação nas zonas exteriores faz-se e é necessária para as deslocações entre edifícios e para algumas atividades que são realizadas ao ar livre, contribuindo, também, os espaços exteriores urbanos com melhores condições ambientais para a atração de pessoas e de negócios. O ser humano tende a adaptar-se ao conforto nas zonas exteriores através da proteção contra os elementos climáticos com roupa ou outros elementos que lhe permitem condicionar a sensação de conforto (Li et al., 2016).

A sensação de conforto no interior de uma construção depende das condições ambientais existentes no exterior, existindo a necessidade e as controlar com o planeamento do traçado das ruas em função da orientação solar e dos ventos dominantes, da localização dos espaços verdes e da vegetação, sendo fundamental nos países de clima quente diminuir o impacto da insolação, das zonas sem vegetação onde

esta incide e, do efeito de ilha de calor, com; a vegetação, zonas com água, permissão da circulação dos ventos, a utilização de materiais de cores claras, a diminuição das zonas impermeáveis, permitindo melhorar a qualidade ambiental (ar, temperatura), a qualidade de vida e menores consumos de energia (Givoni, 1998; Bourbia & Boucheriba, 2010; Manzano-Agugliaro et al., 2015; Taleghani et al., 2015).

Existem diversos modelos que procuram analisar o conforto nas zonas urbanas, que geralmente se baseiam na análise e quantificação de parâmetros relacionados com fatores acima indicados, como: o fator de vista do céu, a percentagem de pavimentos existentes do total das fachadas dos edifícios em relação à área total, densidade do trânsito e outras atividades que contribuem para a produção de calor e poluição, percentagem de áreas verdes por habitante ou em relação à área total e, localização e proximidade e áreas verdes e com água (Yang & Chen, 2016).

5.2.8. Soluções construtivas bioclimáticas e sustentabilidade

É reconhecido que um dos principais consumidores de recursos que emitem estes gases são os edifícios, nomeadamente, os equipamentos associados aos mesmos e que permitem controlar os ambientes internos, assim para que o contributo dos edifícios na redução destes gases aconteça é necessário que os edifícios reduzam os consumos que originam as emissões, que se controle as condições climáticas exteriores junto aos edifícios e, que se envolvam os utilizadores no controlo das condições climáticas interiores (Cole et al., 2008). Existe a necessidade de procurar nas construções vernaculares exemplos para a utilização de sistemas passivos que utilizem soluções que satisfaçam total ou parcialmente as necessidades de aquecimento, arrefecimento ou ventilação, permitindo diminuir os consumos de energia (Clements-Croome, 2011).

Copiello (2015) refere que as construções que tenham um menor consumo de energia vão beneficiar as populações que as utilizem uma vez que vão ter menos custos de utilização e assim poderem pagar maiores rendas ou ficar com maior disponibilidade financeira para outras despesas. Só com projetos de habitação que tenham menores consumos de energia se consegue contribuir para o desenvolvimento sustentável (Roufechaei et al. (2014).

5.3. Arquitetura vernacular, soluções bioclimáticas e sustentabilidade

Zhai & Previtali (2010) dizem que há a necessidade de se fazerem alterações nos processos de construção de modo a que este possa contribuir para a diminuição da utilização dos recursos e do consumo de energia, podendo os sistemas bioclimáticos passivos associados às construções vernaculares serem uma fonte de inspiração para as

construções atuais, sendo aconselhável a existência de bases de dados com as tecnologias tradicionais, que permitem obter conhecimento sobre as necessidades e técnicas construtivas, necessitando de haver uma classificação baseada nas características das construções em função dos aspectos culturais, climáticos e geográficos, tendo também em conta os materiais e as potencialidades destes. Uma construção sustentável deverá procurar tirar partido de todas as condições existentes no local, cumprir as exigências de habitabilidade e ter baixos custos no seu ciclo de vida (UN-HABITAT, 2011).

Claes et al. (2012) dizem que para se projetar um edifício que tenha menores consumos de energia para a climatização há que ter conhecimento das características do clima local em termos de temperatura, radiação solar, velocidade e direção predominante dos ventos, humidade, diferenças de temperatura entre o dia e a noite. Com base nestes dados começa-se numa primeira fase; pela implantação do edifício em termos de orientação em relação ao sol e aos ventos dominantes, a seguir define-se as características do involucro exterior (paredes, janelas, portas, piso térreo e cobertura) otimizando o isolamento do mesmo, depois passa-se para a definição das soluções necessárias ao condicionamento do ar, que vão desde sistemas de ventilação natural, aquecimento passivo e ativo, resfriamento passivo e ativo.

Claes et al. (2012) apresentam as recomendações do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007) dizem que se melhorar a eficiência energética e as emissões poluentes durante a fase de utilização dos edifícios nos PD se deve utilizar sistemas de iluminação mais eficientes com as lâmpadas fluorescentes compactas ou outras e equipamentos domésticos mais eficientes. Onde não existe energia a iluminação com base no petróleo iluminante deve utilizar sistemas mais eficientes e utilizar para cozinhar fogões mais eficientes como os fogões melhorados a biomassa e a petróleo.

Chandel et al. (2016) referem que as construções vernaculares eram adaptadas de modo a serem energeticamente mais eficientes, podendo, ser uma base de estudo para aplicação nas construções atuais, neste mesmo sentido se pronunciam Yüsek & Esin (2013) e Zhai & Previtali (2010).

5.4. Alguns materiais e soluções construtivas sustentáveis

5.4.1. Características dos materiais e soluções construtivas sustentáveis

Cada vez mais existe a necessidade de procurar novas soluções construtivas que permitam reduzir os consumos de recursos, baseadas em novas tecnologias ou aperfeiçoamento das existentes, assim como novos modelos de organização social

destinado à construção de habitação, referindo como possibilidades as inovações baseadas na utilização das tecnologias utilizadas nas construções vernaculares, com a utilização de materiais locais, ou em novos materiais que tenham menores consumos (Gibberd, 2003; Seyfang, 2010).

A UN-HABITAT (2011) indica um conjunto de condições que há que ter em conta na seleção de materiais que tenham menor energia embecida, referindo que:

- Se utilizem materiais que tenham uma duração estimada idêntica à duração ciclo de vida do edifício e que sejam adequados em termos de resistência estrutural e contribuam para a diminuição do consumo de energia;
- Se escolham materiais simples, com poucos componentes, porque são os que geralmente têm menores impactos ambientais e menor energia embecida na sua produção;
- Se utilizem materiais pouco processados, usualmente, são os materiais locais baseados na extração direta local, como; a pedra, a terra, a madeira e a palha;
- Escolher materiais que existam localmente ou que não sejam transportados por longas distâncias, para evitar os impactos negativos associados ao transporte;
- Selecionar materiais que no seu processo de produção consumam poucos recursos, ou seja que tenham uma mochila ecológica pequena e que não contribuam para a degradação de áreas ambientalmente sensíveis;
- Utilizar materiais que permitam diminuir as emissões de gases de efeito de estufa associadas ao cimento Portland e outros produtos que têm elevadas emissões poluentes, utilizando substitutos como as pozolanas ou outros materiais baseados na terra ou com origem renováveis como a biomassa da madeira, do bambu, da palha e não materiais minerais não renováveis;
- Escolher materiais reciclados ou recicláveis que possam ser reutilizados.

A UN-HABITAT (2011) indica um conjunto de materiais e soluções construtivas sustentáveis como: a construção baseada na terra, sem ser estabilizada como o adobe, taipa, pau-a-pique ou estabilizada como os blocos de terra comprimidos e a taipa; os revestimentos baseados na utilização de terra em conjunto com a cal; os cimentos pozolânicos baseados em cinzas de combustão de produtos industriais ou agrícolas ou de origem vulcânica; a construção baseada na utilização de palha associada à madeira com revestimento de terra ou terra e cal; a utilização de pedra colhida e trabalhada localmente; a madeira de cultivos renováveis; os materiais reciclados ou reutilizados, e; outros cultivos baseados na biomassa para além da madeira, como a palha, bambu e fibras de restos de colheitas ou de outros produtos. Para além disso apresenta tecnologias sustentáveis como: a energia com base na biomassa, o aquecimento de águas quentes sanitárias através do Sol, a produção de energia através de painéis fotovoltaicos, a produção de energia com base no vento e nas mini-hídricas, a produção

de biogás e a sua utilização para produzir energia, aquecer água ou aquecimento ambiente.

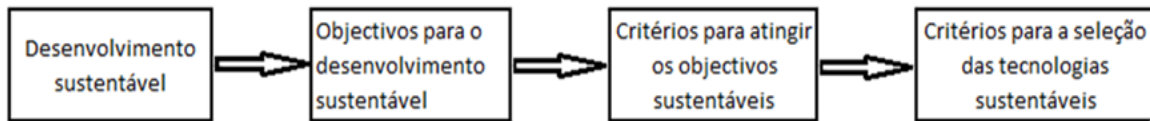


Figura 61 – Modelo para seleção de tecnologias sustentáveis na habitação social (fonte Wekesa et al., 2010)

Wekesa et al. (2010) apresentam um modelo (figura 61) que tem por finalidade fazer a seleção das soluções sustentáveis indicadas para os PD e para a habitação social. Este modelo tem por base a definição dos objetivos que se pretendem com sustentabilidade, em função destes definir os critérios que se deve ter em conta para atingir estes objetivos, aos quais se segue a definição de critérios para a escolha das tecnologias (tabela 22) mais adequadas a serem utilizadas na construção de habitação social.

Tabela 22 – Critérios para seleção de tecnologias sustentáveis (Wekesa et al., 2010).

Pilares e principais objetivos	Critérios para a seleção das tecnologias mais sustentáveis para a habitação social
Ambientais: utilização eficiente dos recursos e proteção da biodiversidade	Uso de materiais recicláveis. Utilizar processos de produção que diminuam o consumo de recursos e as emissões poluentes. Utilizar soluções que diminuam o consumo de recursos durante a fase de operação. Utilizar materiais locais. Redução dos resíduos durante as diversas fases do empreendimento. Utilizar energia renováveis.
Económicos: promover o desenvolvimento económico local. Custos baixos. Adaptabilidade aos usos.	Produção local dos materiais com base em matérias-primas locais. Utilização de soluções intensivas em mão-de-obra e com poucas exigências de conhecimento. Utilização de técnicas locais. Durabilidade. Resistência estrutural e aos elementos da natureza. Baixos custos de construção e de operação. Utilizar materiais renováveis. Permitir usos diversos. Utilizar técnicas simples que permitam a autoconstrução dirigida.
Sociais: Desenvolvimento da capacidade local de conhecimento. Saúde e segurança.	Conforto térmico. Socialmente aceitável. Contribuir para o aumento do emprego com o uso de mão-de-obra local.

5.4.2. Algumas soluções construtivas sustentáveis

5.4.2.1. Construção em terra

As construções em terra têm algumas vantagens em termos ambientais e também em termos térmicos. Em termos ambientais pode ser considerada um material de construção amigo do ambiente uma vez que tem pouca energia incorporada no seu processo de fabrico e também necessita de pouca energia para o transporte para o local onde é utilizada (Delgado & Guerrero, 2007). Segundo Morony (2007) a construção em terra funciona como um PCM o que lhe permite ser um material com muita capacidade de

inércia térmica, permitindo controlar a temperatura e atrasar os picos, sendo que o atraso depende de fatores como a espessura, podendo chegar até 12 horas (El Fgaier et al. 2016). Também absorve vapor de água, essencialmente nas camadas superficiais, permitindo controlar a humidade ambiental para além da temperatura (Minke, 2006; Parra-Saldivar & Batty, 2006; Morony, 2007).

Segundo Parra-Saldivar & Batty (2006) os valores horários dos atrasos de picos de temperatura são influenciados pelas paredes exteriores e os valores de diferença de temperatura de pico são mais influenciados pelas paredes interiores, embora estas também influenciem os valores de atraso dos picos (figura 62). A norma neozelandesa NZS 4297:1998 refere como necessário cerca de 7 a 10 horas de atraso, referindo que com a construção em terra (adobe e taipa) se consegue esse valor com cerca de 28 cm de espessura, no entanto estes cálculos dizem respeito ao clima da Nova Zelândia.

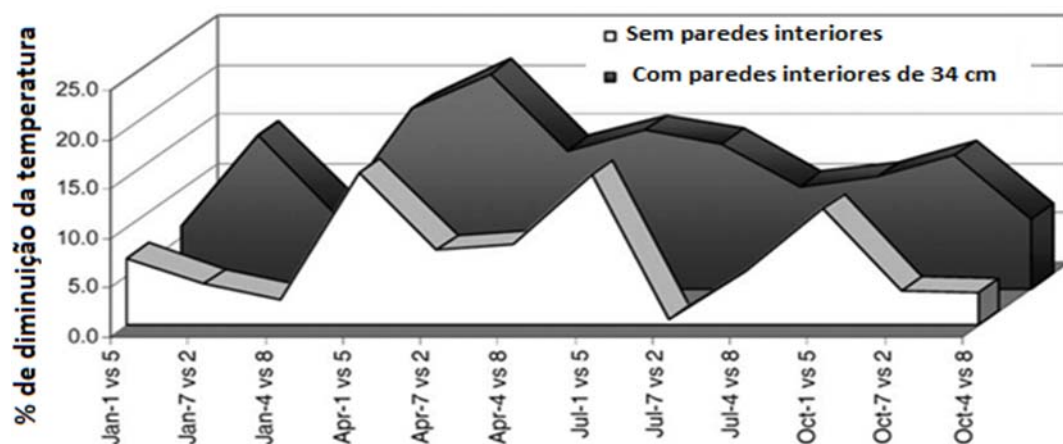


Figura 62 – Comparação de diminuição das temperaturas e atrasos com e sem paredes interiores (fonte Parra-Saldivar & Batty, 2006)

A construção em terra tem as seguintes vantagens (Minke, 2006; Parra-Saldivar & Batty, 2006; Morony, 2007, Torgal & Jalali 2012; Silva et al., 2012; UN-HABITAT, 2012; Van Damme & Houben, 2017): baixa energia embebida no processo, permite a regulação da humidade no interior de uma construção, reduzidas emissões ambientais nocivas durante o processo de produção, preserva a madeira e outros elementos orgânicos que nela estejam inseridos de insetos e fungos, pode absorver alguns poluentes existentes no ar que reagem com as partículas da argila e são transformados em compostos não nocivos, pode utilizar mão-de-obra pouco qualificada, é adequada para a autoconstrução (desde que esta seja tecnicamente apoiada), não depende do preço dos recursos energéticos, é um material biodegradável e reutilizável que geralmente não gera resíduos perigosos, baixa condutibilidade térmica, é um material incombustível, bom isolamento acústico, elevada inércia térmica e, baixo custo de construção.

A construção em terra também tem desvantagens como (Torgal & Jalali, 2012; Silva et al., 2012; Miccoli et al., 2014; Akinwumi et al., 2015; Van Damme & Houben, 2017): menor duração que as construções modernas ou as tradicionais em pedra, limitações estruturais que impedem a execução de muitos pisos e a tornam pouco resistente aos sismos; precisa de mais manutenção que as construções tradicionais modernas; precisa de conhecimentos adequados para a execução dos revestimentos; não é uma técnica de construção reconhecida e regulamentada em muitos países; precisa de maiores espessuras para poder satisfazer as necessidades estruturais e de isolamento; pode fissurar ao secar, necessita de ter uma percentagem de argila; pode ter uma composição muito variada o que cria dificuldades na execução de normas e modelos; fraca resistência à água e à erosão; não resiste ao gelo e são vistas como construções associadas às classes de mais baixo rendimento e por isso serem associadas a estigmas sociais.

Alguns dos problemas podem ser resolvidos com a adição de outros componentes estabilizadores, mas argilas não cozidas são melhores em termos higrotérmicos que os materiais cozidos ou aqueles que usam o cimento no seu fabrico, porque os estabilizadores como o cimento e a cal e a cozedura levam a uma diminuição da capacidade de absorção do vapor de água que pode chegar a valores superiores a 40% (Liuzzi et al., 2013; McGregor et al., 2014; Bruno et al., 2017).

As construções em terra são mais sustentáveis porque permitem ter menores consumos de energia durante o seu ciclo de vida, sendo que em termos de energia embebida podem chegar a valores de cerca de 300% (Morel et al., 2001; Revuelta-Acosta et al., 2010; Bansal et al., 2014).

5.4.2.2. Bambu

O bambu é o nome que geralmente se dá a um conjunto de plantas que derivam das ervas, mas que têm crescimento muito superior a estas, trata-se de um conjunto muito grande de plantas que pertencem à classe das gramíneas, subfamília das *Bambusoideae*, composta por muitas subclasses em que cada uma têm diversas espécies. Tem um crescimento muito rápido, por exemplo a variedade Moso, cultivada na China, permite ter ciclos de colheita de cerca de 3 a 6 anos, e produtividade por hectare por ano que pode chegar às 85 toneladas, dependendo da espécie e condições locais (Lugt et al., 2006; Minke, 2012; Bowyer et al., 2014).

Segundo INBAR (2014) o bambu pode contribuir para os objetivos do desenvolvimento do milénio, nomeadamente no que diz respeito aos objetivos: 7 referente ao acesso a fontes sustentáveis de energia, uma vez que o bambu tem um crescimento muito rápido e pode ser uma fonte de energia renovável baseada na biomassa; 13 referente à

promoção de ações contra as alterações climáticas, porque o bambu permite captar mais dióxido de carbono que a maior parte das outras plantas; 15, referente à proteção dos ecossistemas, porque permite o aumento das florestas e pode ser integrado no planeamento do desenvolvimento sustentável. O bambu pode ser cultivado em várias regiões, conforme indica a figura 63.



Figura 63 – Regiões com potencialidades no cultivo e utilização do bambu (fonte INBAR, 2014)

Sobre as propriedades de contribuir para o desenvolvimento sustentável Minke (2012) refere que: o bambu permite reduzir a erosão dos solos porque as suas raízes fixam estes; reter água nos solos, referindo que por hectare pode reter cerca de 30 m³ de água, absorvendo-a na altura das chuvas e libertando-a na altura de secas; permite reduzir a temperatura através do processo de evapotranspiração; permite sequestrar dióxido de carbono, sendo que esta capacidade depende das espécies cultivadas e do clima local, mas apresenta valores que vão desde próximo das 10 toneladas por hectare por ano até 21,41 toneladas por hectare por ano, e; a produção de bambu necessita de cerca de metade da energia, cerca de 300 MJ/m³ em relação às outras espécies cultivadas para madeira.

Em termos de sustentabilidade ambiental o bambu pode ser considerado um material muito mais vantajoso que outros materiais geralmente utilizados na construção de estruturas, como, por exemplo, pequenas pontes, Lugt et al. (2006) afirmam que pode ser 20 vezes mais vantajoso quando analisado em termos de LCA que os outros materiais.

O bambu pode ser utilizado de diversas formas, desde a construção totalmente feita em bambu, até ser utilizado como elemento de reforço estrutural substituindo o aço. Scurlock et al. (2000) referem que forma encontradas cerca de 1500 utilizações

comerciais para o bambu que são utilizadas nos mais diversos sectores, incluindo a construção de estruturas de edifícios.

O bambu tem uma duração reduzida, por causa da sua composição é muito atacado por insetos e fungos, no entanto, existem muitos processos de tratamento que evitam este problema e prolongam a sua duração. Estes processos podem ser baseados no tratamento por; terra (argilosa), fumo, pintura da superfície exterior, imersão em líquidos com produtos químicos, autoclave e, injeção (Minke, 2012).

5.5. Conclusões

A utilização de técnicas e materiais locais são dois dos importantes fatores das construções sustentáveis referidas nas duas Agendas 21, devendo os governos ter estratégias de desenvolvimento que tenham em conta estes dois aspetos.

Tabela 23 – Soluções construtivas sustentáveis na habitação nos países em vias de desenvolvimento

Soluções construtivas sustentáveis na habitação social
<p>Baseadas na procura de soluções construtivas adequadas para uma determinada região e baseadas no ambiente natural existente (Yang et al., 2005). fazer uma aliança com o ambiente existente para utilizar ou controlar a radiação solar reduzir os consumos energéticos, criar expressões arquitetónicas cultural e economicamente adequadas (Nicoletti, 1998), tirem proveito das condições exteriores que consigam condicionar o ambiente interior para criar condições de conforto menores custos operacionais durante o ciclo de vida (Larasati & Mochlara, 2013), redução dos consumos, de energia, entre outros, em virtude das populações destas terem menores capacidade financeiras e assim poderem ter maiores disponibilidades financeiras para outras finalidades (Fintikakis et al., 2011; Roufechai et al., 2014; Copiello, 2015). Materiais locais com diminuição do consumo de energia embebida e também de energia total, partindo de um inventário dos existentes (Morel et al., 2001; Pereira & Guedes, 2010; Cabeza et al., 2014; Praseeda et al., 2016), podendo estes também contribuir para a diminuição dos custos de construção (Ilesanmi, 2010), associados a tecnologias locais e mão-de-obra intensiva com diferentes capacidades (Imbert, 1990; Martin et al, 2010; Hillebrant, 2011; Leary, 2011), que permitam soluções bioclimáticas nos edifícios e na envolvente (Nicoletti, 1998; Tzikopoulos et al., 2005; Kontoleon & Bikas, 2007; Larasati & Mochlara, 2013; Dimoudi et al., 2014; Manzano-Agugliaro et al., 2015; Chandel et al., 2016), tirando partido dos elementos naturais como o Sol e os ventos, de outros fatores como a inercia térmica e as diferenças de temperatura entre locais (Olivier, 1997; Givoni, 1998; Tzikopoulos et al., 2005; Monrony 2007; Gregory et al., 2008; Khan et al., 2008; Aste et al., 2009; Allinson & Hall, 2010; Martín et al., 2010; Manzano-Agugliaro et al., 2015; Jomehzadeh et al., 2017), a cor (Lavafpour & Surat, 2011; Chandel et al., 2016) a vegetação, zonas com água, permissão da circulação dos ventos, a utilização de materiais de cores claras, a diminuição das zonas impermeáveis, permitindo melhorar-se a qualidade ambiental (ar, temperatura), a qualidade de vida e menores consumos de energia, (Givoni, 1998; Bourbia & Boucheriba, 2010; Manzano-Agugliaro et al., 2015; Taleghani et al., 2013).</p>

Na tabela 24 faz-se um resumo das características das soluções construtivas sustentáveis apresentadas por diversos autores.

As soluções construtivas devem de procurar adaptar-se às condições climáticas existentes no local, tirando partido das mesmas ou, se for necessário, criar condições

ambientais exteriores que influenciem as características climáticas do local, de modo a que as construções possam tirar partido disso na criação de ambientes interiores que criem condições de conforto adequado às populações a que se destinam.

A aplicação das soluções deve ser efetuada de forma integrada e ter em conta as suas implicações no desempenho global do edifício, procurando oportunidades de melhoria e aumento da sustentabilidade. Nesse sentido os sistemas e modelos de avaliação da sustentabilidade podem ter um papel importante em função das suas características. Estas características são sistematizadas no capítulo 6 que a seguir se apresenta.

6. Modelos de avaliação da sustentabilidade

Este capítulo tem como objetivo fazer uma análise a alguns dos principais modelos de análise da sustentabilidade no ambiente construído e referir também alguns que têm aplicação a climas quentes ou são aplicados à habitação social nos PD. A figura 64 apresenta o esquema do desenvolvimento do capítulo 6



Figura 64 – Desenvolvimento do capítulo 6

6.1. Modelos de análise da sustentabilidade no ambiente construído

Como a construção tem um elevado número de intervenientes, alguns deles criaram sistemas de avaliação que avaliam o desempenho de alguns dos componentes associados à construção ou a um edifício. Assim surgiram sistemas que avaliam o desempenho e a conformidade de alguns componentes, ou até mesmo de um conjunto de componentes associados a uma função, destinados a um determinado grupo de interessados. No entanto estes primeiros sistemas iniciais eram destinados a um grupo restrito de interessados num diverso aspeto, não avaliando o conjunto do edifício e os impactos ambientais causados. Com o surgimento do *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM) em 1990 no Reino Unido é que surgiu uma ferramenta que permite avaliar as soluções construtivas utilizadas em termos ambientais, de conforto, de consumos e outros (Prior, 1993 apud Cole, 1998).

Após este primeiro sistema voluntário de avaliação e de certificação da sustentabilidade do ambiente construído surgiram mais tarde outros como o Leadership in Energy and Environmental Design (LEED -United States), DGNB (Germany), SBAT (Zud Africa), SBtool, LiderA (Portugal) (Pinheiro, 2010).

Existem diversos estudos que avaliam diferentes modelos de análise da sustentabilidade no ambiente construído. No entanto a maior parte destes estudos diz respeito a análises feitas a modelos de países desenvolvidos e a modelos que se aplicam nestes países. A análise que se faz neste capítulo baseia-se nos fatores apresentados por diversos autores

e e referem-se essencialmente aos PD, tendo-se em conta os fatores apresentados na tabela 24.

Tabela 24 - Pilares da sustentabilidade e seus fatores mais importantes

Fatores de análise	Ambientais	Recursos (consumo), biodiversidade, resíduos (geração, deposição, tratamento), ecossistemas, aquecimento global, emissão de gases de efeito de estufa, erosão de solos, acidificação, qualidade dos recursos aquícolas, depleção do capital natural, poluição, ar, água e solos, impactos ambientais (eutroficação, acidificação, dispersão de substâncias tóxicas) energia (consumo e geração), qualidade ambiental, (Hammond et al., 1995; du Plessis et al., 2002; Gibberd, 2003; Gasparatos et al., 2008; Lozano, 2008; Babcicky, 2013).
	Económicos	Desenvolvimento económico, criação de emprego ou autoemprego, desenvolvimento de pequenas empresas locais, tecnologias baseadas em conhecimento local com baixos consumos de recursos e de geração de resíduos, custos dos consumos de materiais e produtos como a energia, água, serviços, custos de produção, contributos para o desenvolvimento do PIB, dos índices de preços e das taxas de desemprego, prosperidade económica, (Hammond et al., 1995; du Plessis et al., 2002; Gibberd, 2003; Gasparatos et al., 2008; Lozano, 2008; Babcicky, 2013).
	Sociais	Desenvolvimento que permita: o acesso ao solo, habitação adequada, serviços públicos, tecnologias, telecomunicações, desenvolvimento pessoal, formação, alimentação, direitos humanos, criação de oportunidades, melhoria das condições de saúde (exposição a poluentes e ruídos, diminuição da mortalidade infantil, esperança de vida) e de segurança, participação nas decisões. Impactos no bem-estar humano; manutenção das tradições e culturas, melhoria das capacidades de educação, criação e melhoria do emprego; diminuição do crime, equidade social e intergeracional, paz, ordem e justiça, contributos para o desenvolvimento do PIB, dos índices de preços e das taxas de desemprego, prosperidade económica (Hammond et al., 1995; du Plessis et al., 2002; Gibberd, 2003; Gasparatos et al., 2008; Lozano, 2008; Babcicky, 2013).

A seguir apresenta-se alguns dos principais modelos, tendo-se selecionado aqueles que podem ser utilizados em PD ou com climas tropicais, como o AQUATM-HQETM, SBAT e o Green Star ou de utilização direta para a habitação social, como o Selo Casa Azul e, o SBTool que é um modelo que pretende ser de aplicação universal. Apresenta-se também os dois modelos mais usados o BREEAM e o LEED. Também se apresenta o modelo português LiderA PD, destinado aos PD. Faz-se uma análise mais pormenorizada destes três modelos e uma comparação entre os mesmos.

6.2. BREEAM

6.2.1. Origem, objetivos e modelo de certificação

O Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) foi criado em 1990 pelo Building Research Establishment (BRE) do Reino Unido, sendo o primeiro modelo a ser introduzido no mercado com o objetivo de analisar a sustentabilidade do ambiente construído. Influenciou os modelos que a seguir surgiram. Este modelo foi evoluindo e foram-se criando versões adaptadas a vários tipos de soluções construtivas (tem 11 versões, incluindo uma dedicada a bairros) e também com versões adaptadas a determinados países ou regiões, existindo uma versão internacional

que permite que se façam adaptações em função das características locais, nomeadamente, em termos de; clima, geográficas, de regulamentos, os critérios e pesos da avaliação. Estas adaptações são iniciadas com o primeiro projeto a ser avaliado numa dada região ou país, são feitas com base nas informações enviadas por assessores técnicos acreditados e aprovadas pelo BRE, que as torna base de avaliação para aquela região. Serve para avaliar os edifícios desde a fase de projeto, servindo como um guia para apoio ao mesmo, fornecendo um certificado provisório, passando pela fase de construção, após o qual fornece um certificado definitivo, figura 65 (BRE, 2017).



Figura 65 - Exemplo de símbolo do certificado BREEAM (fonte BRE, 2017)

Os principais objetivos do BREEAM são; diminuir os impactos que os edifícios têm durante o seu ciclo de vida, reconhecer os edifícios certificados com o BREEAM segundo as suas vantagens ambientais em relação aos outros; ser uma marca reconhecida como credível na classificação ambiental dos edifícios, permitir contribuir para o desenvolvimento de edifícios, produtos e cadeias de fornecimento sustentáveis, criando valor para os mesmos. Tem como objetivos secundários; através da classificação e do símbolo reconhecido pelo mercado fazer a identificação dos edifícios de baixo impacto ambiental, garantir que durante as diversas fases do processo de conceção e construção são analisadas e inseridas as melhores práticas ambientais, identificar os custos das soluções construtivas utilizadas e que estas cumprem os regulamentos (BRE, 2017).

É o sistema responsável pela maior parte das certificações a nível europeu. Baseia-se essencialmente em 8 categorias mais uma que diz respeito à inovação, com diversos critérios em cada categoria (exceto a categoria inovação) que com a avaliação atingem um determinado número de pontos. Estas categorias são, para o modelo internacional; gestão, saúde e bem-estar, energia, transportes, água, materiais, resíduos, ecologia e uso do solo e a inovação. A categoria saúde e bem-estar tem uma subdivisão referente ao critério riscos associados ao edifício que tem um fator de ponderação diferente dos outros critérios desta categoria. Este modelo internacional permite avaliar quase todo o tipo de construções, no que diz respeito a novas construções (BRE, 2017).

Cada categoria têm um determinado número de critérios com os respectivos créditos em função da avaliação, havendo critérios que têm de ter uma classificação mínima obrigatória. Posteriormente para o cálculo final é feita a divisão dos pontos obtidos com a classificação pelos pontos máximos possíveis obtendo-se uma classificação que multiplicada pelo fator de ponderação vai dar a classificação final da categoria. O somatório das categorias vai dar a pontuação final, que vai corresponder a uma classificação conforme os valores obtidos (BRE, 2017), conforme tabela 25.

Tabela 25 - Modelo de avaliação do BREEAM (fonte BRE, 2017)

BREEAM categorias	Créditos obtidos	Créditos possíveis	Ponderação	Classificação
Gestão		20	0,120	
Saúde e bem-estar		21	0,140	
Riscos		1	0,010	
Energia		34	0,190	
Transporte		11	0,080	
Água		9	0,060	
Materiais		14	0,125	
Resíduos		13	0,075	
Ecologia e uso do solo		5	0,100	
Polluição		12	0,100	
Inovação		10	0,100	
Pontuação final				Σ
Classificação				

Conforme a avaliação são atribuídos pontos a cada critério presente nas categorias, sendo posteriormente feita uma comparação dos pontos totais obtidos com o máximo possível de pontos totais, conseguindo-se assim um valor percentagem de pontos (tabela 26).

Tabela 26 - Classificação do BREEAM internacional nova-construção (fonte BRE, 2017)

BREEAM	Pontuação %
Excepcional	≥ 85
Excelente	≥ 70
Muito bom	≥ 55
Bom	≥ 45
Aprovado	≥ 30
Não Aprovado	<30

6.2.2. A importância dos fatores ambientais e as adaptações regionais

Este sistema baseia-se primordialmente na avaliação dos aspetos ambientais, que são aqueles que têm maior peso em termos de percentagem final para a avaliação, nomeadamente no que diz respeito à energia que para além de ter um máximo de 34 créditos possíveis, tem um fator de ponderação de 0,190 que é maior cerca de 36% em

relação ao segundo mais importante, saúde e bem-estar que tem um fator de ponderação de 0,14 e, por exemplo, em relação à categoria água este valor aumenta e passa para cerca de 3,17 vezes mais importante a energia. Embora este modelo seja internacional e os valores dos créditos e do fator de ponderação possam ser alterados, os valores anteriores demonstram a característica de aplicação local, uma vez que a água no Reino Unido não é um fator importante, devido à abundância da mesma. (Berardi, 2015; BRE, 2017; Doan et al., 2017).

Segundo a avaliação feita por Marjaba & Chidiac (2016) o BREEAM embora atribua mais importância aos fatores sociais e económicos que outros sistemas, como por exemplo o LEED, avalia essencialmente fatores ambientais, procurando contribuir para práticas sustentáveis.

Para Suzer (2015) o BREEAM (versão internacional) permite variações regionais e usa bases de dados referentes a fatores climáticos de temperatura e pluviosidade, recorrendo a classificações como a de Köppen-Geiger, considerando este modelo como mais realista na preocupação com as questões ambientais e nas variações regionais, quando comparado com o LEED. Marjaba & Chidiac (2016) dizem que o BREEAM é mais flexível, permitindo melhores adaptações regionais, aos códigos e às melhores práticas existentes localmente.

6.2.3. Análise à versão internacional

A versão internacional do BREEAM pretende ser uma “*norma internacional que pode ser localmente adaptada*”. Pretende ser uma ferramenta que ajuda as entidades que usam este modelo de certificação a “*reduzir os impactos ambientais...criar valor e menores riscos*” (BRE, 2017, p.3).

Baseia-se nos mesmos princípios da versão dedicada ao Reino Unido, para já o modelo desenvolvido com objetivos internacionais é dedicado às novas construções, BREEAM International New Construction criado em 2016 e que sofreu uma revisão em julho de 2017, que se destina aos países onde ainda não existem modelos locais baseados no BREEAM e adaptados por delegações locais do BRE. Pode ser utilizado em quase todos os tipos de novas construções, com algumas limitações para alguns tipos de construção, por causa das bases de dados referentes a elas serem baseadas em dados do RU e poderem não se adaptar ao local. Permite adaptações aos pesos dos fatores de ponderação, em função das características locais, nomeadamente, em termos de clima e de pluviosidade, quando o modelo for utilizado pela primeira vez nessa localização será adaptado e posteriormente passará a vigorar com as adaptações efetuadas. A tabela 27 apresenta um resumo dos diversos fatores em termos ambientais, económicos e sociais da categoria Gestão.

Tabela 27 - Análise à seção Gestão do BREEAM

BREEAM section	Wi	N.º Crédi- tos	Número Total de factores analizados	Número de factores com efeitos		
				Ambientais	Económicos	Sociais
Management (Man)	12,0%	21	107	55	67	63
Man 01 Project brief and design		4	27	9	16	20
Stakeholder -project delivery		1	18	3	10	11
Stakeholder -third party		1	3			3
Sustainability champion - design		1	3	3	3	3
Sustainability champion - design		1	3	3	3	3
Man 02 Life cycle cost and service life planning		4	10		10	
Elemental life cycle cost (LCC)		2	4		4	
Component level LCC options appraisal		1	5		5	
Capital costing reporting		1	1		1	
Man 03 Responsible construction practices		6	26	18	11	3
Legally harvested and traded timber			Pré-requisito			
National health and safety legislation			Pré-requisito			
Environmental management		1	2	2		
Sustainability champion (construction)		1	3	3	3	3
Considerate construction		2	8		8	
Monitoring of site impacts		2	13	13		
Man 04 Commissioning and handover		4	18	10	13	17
Commissioning and testing schedule and responsibilities		1	4	2	3	3
Commissioning building services		1	5	4	4	5
Testing and inspecting building fabric		1	3	3	3	3
Handover		1	6	1	3	6
Man 05 Aftercare		3	26	18	17	23
Aftercare support		1	6	5	5	5
Seasonal commissioning		1	7	7	7	7
Post-occupancy evaluation (POE)		1	13	6	5	11

Estão previstos diversos critérios de avaliação que por sua vez têm diversos fatores a serem analisados, considerando que alguns fatores podem ter efeitos importantes em termos, ambientais, económicos, sociais ou mais do que um dos pilares.

Tabela 28 - Pré-requisitos do BREEAM e sua classificação

BREEAM section	Pré-requisitos
Management (Man)	
Man 03 Responsible construction practices	
Legally harvested and traded timber	Pré-requisito
National health and safety legislation	Pré-requisito
Health and wellbeing (Hea)	
Fluorescent+compact fluorescent lamps with high frequency ballasts	Pré-requisito
Hea 02 Indoor air quality	
Avoidance of asbestos	Pré-requisito
Hea 05 Acoustic performance	
A suitably qualified acoustician	Pré-requisito
Energy (Ene)	
Ene 07 Energy efficient laboratory systems	
Hea 03 Safe containment in laboratories	Pré-requisito
Materials (Mat)	
Mat 03 Responsible sourcing of materials	
Timber and timber-based products are Legally harvested and traded	Pré-requisito
Pollution (Pol)	
Pol 01 Impact of refrigerants	
Surface water run-off	Pré-requisito
Pol 03 Surface water run-off	
Appropriate consultant ...to carry out, demonstrate or confirm..	Pré-requisito

Em termos de categorias pode-se considerar que os efeitos principais de 6 categorias são ambientais, sendo as referentes; *Energia, Água, Materiais, Resíduos, Uso do Solo e Ecologia e Poluição*, a categoria *Inovação*, embora seja uma categoria à parte, segundo as indicações existentes no manual do BREEAM (Versão Internacional) também se pode considerar com efeitos principais ambientais. As restantes três categorias, duas são predominantemente sociais, *Saúde e Bem-Estar* e *Transportes* e uma económica, a referente à *Gestão*, que, no entanto, é quase uma categoria mista, devido à pequena diferença nos fatores. Esta categoria tem 5 critérios de análise com um total de 21 pontos possíveis que podem ser atribuídos. Por exemplo o critério referente a “Assessment crítica” tem possibilidade de atribuição de 4 pontos, sendo que 2 podem ser atribuídos através da consulta às partes interessadas no desenvolvimento do projeto de construção, onde um crédito pode ser atribuído analisando 4 pontos relacionados com a consulta das partes interessadas na execução do projeto, tendo o ponto 1 como objetivo a execução de um relatório da sustentabilidade do projeto, antes da conclusão deste, onde se analisam: os requerimentos do cliente em termos ambientais (pilar ambiental); os objetivos de sustentabilidade segundo o BREEAM (pilares ambientais, económicos e sociais); prazos e orçamento (pilar económico); utilização de consultores acústicos certificados (pilar económico); constrangimentos do projeto em termos ambientais, técnicos, legais e físicos (pilares ambientais, económicos e sociais). No conjunto total de fatores de análise deste critério existem 20 com efeitos sociais, 16 económicos e 9 ambientais, podendo assim considerar-se que o efeito principal é social.

Esta versão do BREEAM tem nove pré-requisitos (tabela 28 da página anterior) sendo que deste cinco estão essencialmente relacionados com fatores ambientais (cor verde) e quatro com fatores sociais (cor azul), no entanto o pré-requisito referente à categoria Energia, Ene 07, não se aplica à habitação residencial. Os pré-requisitos dizem essencialmente respeito ao cumprimento da legislação na proteção ambiental e pessoal e também na existência de técnicos especializados que analisam e verificam as condições acústicas e no controlo das águas pluviais.

Analisando os impactos que os fatores têm nos pilares ambientais, económicos e sociais, considerando essencialmente os impactos principais, sendo que algumas vezes os impactos dos fatores manifestam-se em mais que um dos pilares, verifica-se que em termos gerais e excluindo a categoria inovação, em virtude de esta ser uma categoria à parte, existe um total de 493 fatores de análise de atribuição dos pontos, sendo que deste 303 têm efeitos sociais, 276 efeitos ambientais e 114 efeitos económicos (tabela 29 da página seguinte). Existem assim mais fatores de análise com efeitos sociais, essencialmente devido à categoria de Saúde e Bem-estar, que têm 132.

No entanto e em termos finais o BREEAM tem um carácter essencialmente ambiental, porque a importância da existência de mais fatores de análise com efeitos sociais é diminuída pelo peso da categoria, sendo que no BREEAM os fatores ambientais têm 49,74% de importância, seguido de 36,03% dos fatores sociais e 14,23% dos fatores com impactos económicos. Por sua vez os fatores sociais dizem respeito essencialmente ao conforto e à correta definição das necessidades a satisfazer e características do empreendimento.

Tabela 29 - Os fatores de análise do BREEAM e sua classificação em termos de pilares da sustentabilidade

BREEAM section	Wi	N.º Créditos	Número Total de factores analisados	Número de factores com efeitos		
				Ambientais	Económicos	Sociais
Management (Man)	12,0%	21	107	55	67	63
Percentagem em relação ao total da categoria				29,73%	36,22%	34,05%
Importância % corrigida pelo peso da categoria				3,57%	4,35%	4,09%
Health and wellbeing (Hea) (14,0% +1,0%)	15,0%	26	133	14	5	132
Percentagem em relação ao total da categoria				9,27%	3,31%	87,42%
Importância % corrigida pelo peso da categoria				1,39%	0,50%	13,11%
Energy (Ene)	19,0%	37	69	61	6	16
Percentagem em relação ao total da categoria				73,49%	7,23%	19,28%
Importância % corrigida pelo peso da categoria				13,96%	1,37%	3,66%
Transport (Tra)	8,0%	15	48	20	1	40
Percentagem em relação ao total da categoria				32,79%	1,64%	65,57%
Importância % corrigida pelo peso da categoria				2,62%	0,13%	5,25%
Water (Wat)	6,0%	5	16	14	8	2
Percentagem em relação ao total da categoria				58,33%	33,33%	8,33%
Importância % corrigida pelo peso da categoria				3,50%	2,00%	0,50%
Materials (Mat)	12,5%	12	15	11	6	8
Percentagem em relação ao total da categoria				44,00%	24,00%	32,00%
Importância % corrigida pelo peso da categoria				5,50%	3,00%	4,00%
Waste (Wst)	7,5%	10	53	49	7	24
Percentagem em relação ao total da categoria				61,25%	8,75%	30,00%
Importância % corrigida pelo peso da categoria				4,59%	0,66%	2,25%
Land use and ecology (LE)	10,0%	10	20	20		1
Percentagem em relação ao total da categoria				95,24%		4,76%
Importância % corrigida pelo peso da categoria				9,52%		0,48%
Pollution (Pol)	10,0%	13	32	32	14	17
Percentagem em relação ao total da categoria				50,79%	22,22%	26,98%
Importância % corrigida pelo peso da categoria				5,08%	2,22%	2,70%
Innovation (Inn)	10,0%	10	10	7	1	3
Inn 01 Innovation		10	10	7	1	3
Percentagem em relação ao total da categoria				63,64%	9,09%	27,27%
Importância % corrigida pelo peso da categoria				6,36%	0,91%	2,73%

Como anteriormente referido o BREEAM é um sistema que tem essencialmente preocupações ambientais, embora tenha também em consideração os aspetos sociais, o que vai de encontro ao afirmado por diversos autores (como du Plessis, Gibberd e outros) que dizem que a principal preocupação dos modelos que foram criados nos países desenvolvidos é a de mostrar os efeitos ambientais e o cumprimento dos requisitos em termos sociais, procurando demonstrar perante os interessados os

impactos ambientais e também alguns dos consumos de recursos que os edifícios têm durante o seu ciclo de vida.

6.3. LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

6.3.1. Origem, objetivos e modelo de avaliação

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) é um modelo lançado nos USA, criado pelo United States Green Building Council (USGBC) que lançou a primeira versão experimental em 1998. É um dos sistemas mais utilizados a nível mundial, sendo o mais utilizado no que diz respeito ao número de países em que existem empreendimentos certificados. A exemplo do BREEAM, que como primeiro influenciou os restantes, baseia a sua avaliação essencialmente em critérios ambientais, com base em diversas categorias e respetivos critérios incluídos nas mesmas. Os principais objetivos, ou categorias de impacto, deste modelo são; contribuir para a diminuir os efeitos das alterações climáticas, contribuir para a saúde e bem-estar dos utilizadores, proteger e restaurar os recursos hídricos, contribuir para manter, melhorar e restaurar a biodiversidade, promover a utilização sustentável dos recursos naturais contribuindo para a sua regeneração, construir uma economia mais verde e, contribuir para melhorar a equidade social, a justiça ambiental e a qualidade de vida das comunidades.

Baseia-se na avaliação de um conjunto de categorias com os respetivos requisitos, sendo que alguns são de carácter mínimo obrigatório. Tem diversas versões destinadas a avaliar diferentes tipos de empreendimentos, com diferentes pré-requisitos mínimos para cada uma das versões e diferentes valores de avaliação dos critérios. A versão v4 sofreu algumas alterações em relação à versão de 2009, tendo sido acrescentado duas novas categorias, sendo que uma delas é totalmente nova, *Processo Integrado*, e a outra resulta da divisão da anterior categoria *Localização Sustentável* em duas categorias, mantendo uma com o mesmo nome a outra passou a ter a designação de *Localização e Transportes*. O objetivo da categoria *Processo Integrado* é que o sistema comece a ser utilizado nas etapas iniciais do processo de conceção, como uma forma de promover a integração entre os diversos intervenientes, sendo obrigatório no caso da avaliação de construções hospitalares.

Na versão v4 para a avaliação das novas construções exige como pré-requisitos mínimos: a prevenção da poluição durante a atividade de construção, referente à categoria localização sustentável; redução da água consumida no exterior e no interior, assim como sistemas de registo de controlo da água, referentes à categoria eficiência na água; na categoria de eficiência na energia tem quatro requisitos obrigatórios que são o

comissionamento e verificação das características exigidas, exigência de um desempenho mínimo, sistemas de controlo e registo e, controlo da utilização de fluidos condutores; em termos de materiais a separação e recolha de materiais recicláveis e, plano de gestão dos resíduos de construção e de demolição; em termos de qualidade do ar interior exige o controlo mínimo da qualidade do ar interior e, o controlo do fumo de tabaco.

A pontuação máxima é de 110 pontos (tabela 30), destes 10 são pontos extras atribuídos pelas categorias inovação e prioridades regionais, sendo que a classificação/atribuição de certificados é dada por níveis de pontuação, assim são necessários: 40 pontos no mínimo para obter a certificação base, entre 50 a 59 pontos inclusive é obtido o certificado prata, entre 60 a 79 obtém-se o certificado ouro e, com 80 ou mais a certificação platina (Hsieh & Harshaw, 2014; Berardi, 2015; Doan et al., 2017; USGBC, 2017).

Tabela 30 - Comparação entre as mudanças nas versões do LEED de 2009 e v4 (fonte Hsieh & Harshaw, 2014)

Categorias -créditos	LEED 2009	LEED v4	Pontos ganhos ou perdidos
Processo integrado	-	1	+1
Localização e transportes	-	16	
Localização sustentável	26	10	
Eficiência na água	10	11	+1
Energia e atmosfera	35	33	-2
Materiais e recursos	14	13	-1
Qualidade do ar interior	15	16	+1
Inovação e processo de desenho	6	6	
Prioridades regionais	4	4	
Total de pontos	110	110	

Uğur & Leblebici (2017) consideram que a versão v4 do LEED é mais fácil de entender, de implementar e mais transparente. Segundo Owens et al. (2013) os fatores de análise que contribuem para mais objetivos ou categorias de impacto (que são sete) são aqueles que têm mais pontos atribuídos. Para Suzer (2015) que fez uma classificação dos pontos segundo as categorias de impacto, a referente às alterações climáticas tem 35 pontos, a saúde humana 20 pontos, a água 15, biodiversidade 10, recursos naturais 10, economia verde 5 e comunidade 5. Marjaba & Chidiac (2016) dizem que o LEED é um sistema que se baseia mais em critérios que permitem atribuir o rótulo de construções verdes que de construções sustentáveis.

6.3.2. Análise à versão LEED v4 Building Design and Construction

O LEED é um sistema mais simples, em termos de números de fatores analisados para a atribuição dos pontos. Estes são atribuídos conforme a construção cumpre ou não determinados fatores de análise. Por exemplo a categoria *Location and Transportation* (tabela 31), tem o crédito *Sensitive Land Protection*, que no caso das novas construções permite atribuir um ponto se a construção for feita num local onde já tivesse construção ou, construir em locais que não estejam regulamentarmente (ambientalmente) protegidos, não construir em zonas de bons solos agrícolas, zonas alagadas, que afetem a biodiversidade e outras. Assim este critério diz respeito a fatores ambientais, podendo considerar-se que o ponto é atribuído essencialmente mediante os possíveis efeitos ambientais.

Tabela 31 - Avaliação da categoria *Localização e Transportes* do LEED e seus efeitos em termos de sustentabilidade

LEED Categorias e Critérios	N.º Pontos	Número de pontos possíveis com efeitos		
		Ambientais	Económicos	Sociais
Location and Transportation (LT)	16	16		11
LT - Sensitive Land Protection	1	1		
LT - High Priority Site	2	2		
LT - Surrounding Density and Diverse Uses	5	5		5
LT - Access to Quality Transit	5	5		5
LT - Bicycle Facilities	1	1		1
LT- Reducede Paking Footprint	1	1		
LT - Green Vehicles	1	1		
Importância % da categoria	14,5%			

Do número total de pontos que é possível atribuir pelo LEED, 100 têm efeitos ambientais, 46 económicos e 58 sociais, com um somatório total de 204 possíveis efeitos nos diversos pilares da sustentabilidade.

Tabela 32 - Os pontos do LEED e seus efeitos em termos ambientais, económicos e sociais

LEED Categorias e Critérios	N.º Pontos	Número de pontos possíveis com efeitos		
		Ambientais	Económicos	Sociais
Integrative Process	1	1	1	1
Location and Transportation (LT)	16	16		11
Sustainable Sites (SS)	10	10		5
Water Efficiency (WE)	11	11	1	3
Energy and Atmosphere (EA)	33	33	27	11
Materials and Resources (MR)	13	13		6
Indoor Environmental Quality (EQ)	16	6	12	16
Innovation (IN)	6	6	1	1
Regional Priority (RP)	4	4	4	4
Total de possíveis créditos	110	100	46	58
% de créditos com efeitos em relação ao total de créditos		90,91%	41,82%	52,73%
% de créditos com efeitos em relação aos efeitos totais		49,0%	22,5%	28,4%

Em termos percentuais 49% dos possíveis efeitos totais são ambientais, 22,5% económicos e 28,4% sociais. O LEED só tem uma categoria que não é ambiental ou

mista, a que diz respeito à qualidade ambiental interior (tabela 32 da página anterior). Tem duas mistas que são a do processo integrado e as prioridades regionais, embora esta dependa dos objetivos regionais, podendo estar mais relacionada com um dos pilares da sustentabilidade.

O LEED tem pré-requisitos que são obrigatórios (tabela 33), num total de 12, sendo que 4 têm efeitos essencialmente ambientais, 2 efeitos essencialmente sociais e 6 mistos.

Tabela 33 - Pré-requisitos do LEED e sua classificação em termos de sustentabilidade

LEED Categorias e Critérios	N.º Pontos	Número de pontos possíveis com efeitos		
		Ambientais	Económicos	Sociais
Location and Transportation (LT)	16	16		11
Sustainable Sites (SS)	10	10		5
SS - Construction Activity Pollution Prevention		Pré-requisito		
Water Efficiency (WE)	11	11	1	3
WE - Outdoor Water Use Reduction		Pré-requisito		
WE - Indoor Water Use Reduction		Pré-requisito		
WE - Building-Level Water Metering		Pré-requisito		
Energy and Atmosphere (EA)	33	33	33	11
EA - Fundamental Commissioning and Verification		Pré-requisito	Pré-requisito	Pré-requisito
EA - Minimum Energy Performance		Pré-requisito	Pré-requisito	
EA - Building-Level Energy Metering		Pré-requisito	Pré-requisito	
EA - Fundamental Refrigerant Management		Pré-requisito	Pré-requisito	
Materials and Resources (MR)	13	13	13	6
MR - Storage and Collection of Recyclables Required		Pré-requisito	Pré-requisito	
MR - Construction and Demolition Waste Management Planning		Pré-requisito	Pré-requisito	
Indoor Environmental Quality (EQ)	16	6	12	16
EQ - Minimum Indoor Air Quality Performance				Pré-requisito
EQ - Environmental Tobacco Smoke Control				Pré-requisito

Os aspetos sociais no LEED dizem essencialmente respeito às necessidades de conforto, qualidade do ar no interior do edifício e à existência de equipamentos e transportes no local.

6.4. Modelo AQUATM-HQETM

No Brasil existe o modelo AQUATM promovido pela Fundação Vanzolini e pela CERWAY. Este modelo é uma adaptação para o Brasil do modelo francês HQETM (Haute Qualité Environnementale), sendo a CERWAY a entidade responsável pelo sector internacional deste modelo. A exemplo da versão original é um modelo que tem versões para diferentes tipos de construções, estando algumas ainda em fase de adaptação do modelo original. Trata-se de um modelo baseado na certificação de um empreendimento que começa na fase de conceção do projeto e baseia-se em 14 categorias de avaliação que são agrupadas em conjuntos, sendo: *Sítio e Construção*, Categoria nº1- *Relação do Edifício com o seu Entorno*, Categoria nº2- *Escolha Integrada de Produtos, Sistemas e Processos Construtivos*, Categoria nº3- *Canteiro de Obras com Baixo Impacto Ambiental*; *Gestão*, Categoria nº4- *Gestão da Energia*, Categoria nº5- *Gestão da Água*, Categoria nº6- *Gestão dos Resíduos de Uso e*

Operação do Edifício, Categoria nº7- *Manutenção - Permanência do Desempenho Ambiental*; **Conforto**, Categoria nº8- *Conforto Higrotérmico*, Categoria nº9- *Conforto Acústico*, Categoria nº10- *Conforto Visual*, Categoria nº11- *Conforto Olfativo*; **Saúde**, Categoria nº12- *Qualidade Sanitária dos Ambientes*, Categoria nº13- *Qualidade Sanitária do Ar*, Categoria nº14- *Qualidade Sanitária da Água*. Estas categorias são adaptadas em função do tipo de edifícios, podendo nalguns casos mudaram de nome e de objetivos (FCAV & CERWAY, 2016).



Figura 66 - Esquema de classificação do AQUA™ (fonte FCAV & CERWAY, 2013).

Para se obter a certificação AQUA™ é necessário que o processo se inicie nas fases de conceção do projeto e que seja criado um sistema de gestão do processo de certificação que vai acompanhar as diversas fases de desenvolvimento do empreendimento. O esquema de classificação dos empreendimentos é apresentado na figura 66. A avaliação das categorias é feita com base numa classificação de: **Bom**, correspondente ao nível mínimo, ou base, que diz respeito ao cumprimento dos regulamentos e no caso de estes não existirem, corresponde à media do mercado ou prática corrente, todas as categorias têm de ter no mínimo esta classificação; **Superior**, que corresponde às boas práticas existentes, e; **Excelente**, que corresponde às metas a atingir em edifícios de alto desempenho ambiental.

Com base na avaliação de um edifício o modelo apresenta um perfil que demonstra o seu desempenho, como dado pela figura 67.

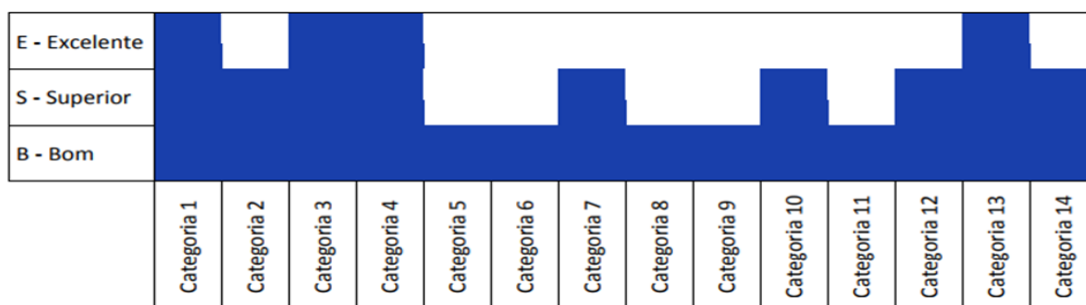


Figura 67 - Desempenho de um empreendimento certificado com o AQUA™ (fonte FCAV & CERWAY, 2013)

Para que o edifício seja certificado era necessário que o empreendimento tivesse no máximo 7 categorias *Bom* e pelo menos 3 categorias *Excelente* (FCAV & CERWAY, 2013).

A versão atual para além da classificação anterior dá a possibilidade de os edifícios adquirirem pontos, podendo assim aumentar a sua classificação, isto é em vez de haver uma certificação única que tinha associado um perfil, passou a ter vários níveis de certificação baseados numa certificação base e num sistema de estrelas que são atribuídos conforme a pontuação conseguida (tabela 34).

Tabela 34 - Classificações atribuídas pelo AQUA™ (fonte FCAV & CERWAY, 2016)

Classificação Global	Níveis mínimos a serem atingidos
HQE PASS	14 categorias em B e 4 estrelas
HQE GOOD	Entre 5 e 8 estrelas
HQE VERY GOOD	Entre 9 e 12 estrelas
HQE EXCELLENT	Entre 13 e 15 estrelas
HQE EXCEPTIONAL	16 estrelas ou mais

As estrelas são obtidas em função dos fatores analisados pelas categorias e podem ser atribuídas conforme o apresentado na tabela 35.

Tabela 35 - Possibilidade de estrelas atribuídas pelo AQUA™ (fonte FCAV & CERWAY, 2016)

Temas	*	**	***	****	*****
Energia e Economias Categorias: 4, 5 e 7	3 B	1 BP	1 MP + 1 BP	2 MP	2 MP + 1 BP
Conforto Categorias: 8, 9, 10 e 11	4 B	2 BP	1 MP + 2 BP	2 MP + 1 BP	3 MP + 1 BP
Saúde e segurança Categorias: 12, 13 e 14	3 B	1 BP	1 MP + 1 BP	1 MP + 2 BP	2 MP + 1 BP
Meio ambiente Categorias: 1, 2, 3 e 6	4 B	2 BP	1 MP + 2 BP	2 MP + 1 BP	3 MP + 1 BP

Por exemplo a categoria 1 que diz respeito ao 1. *Edifício e seu Entorno*, analisa o 1.1. *Análise do Local do Empreendimento* que tem 2 fatores base, tem critérios que ao serem atingidos recebem pontos, neste caso dois critérios com dois pontos, num total de 4 pontos possíveis. O total desta têm 4 fatores base 5 pontos disponíveis. Em função desta disponibilidade de pontos os níveis são assim atribuídos: nível B (base); nível BP é o base (B) mais a soma de pontos ≥ 1 , ou seja, para atingir este nível, nesta categoria, é necessário o base e a soma de pontos tem de ser entre 1 e 2; nível MP é o base (B) mais a soma de pontos ≥ 3 . Os níveis base funcionam como pré-requisitos que se tem de atingir para se obter a certificação (FCAV & CERWAY, 2016).

A certificação baseia-se em auditorias que são feitas na fase de projeto para verificar o pré-projecto e o sistema de gestão do empreendimento, na fase de projeto após a elaboração deste para verificar o mesmo e avaliar o desempenho e, na fase de construção para verificar se após a obra concluída esta está conforme o projetado e se avaliar o desempenho final (FCAV & CERWAY, 2014).

6.5. O Selo Casa Azul

O Selo Casa Azul é um modelo promovido pela Caixa Económica Federal, entidade financeira que tem por finalidade promover o desenvolvimento da habitação social no Brasil Este método baseia-se em 53 critérios agrupados em 6 categorias (John & Prado, 2010):

1 - **Qualidade urbana**, com 5 critérios, sendo 2 obrigatórios e 3 opcionais: 1.1 *Qualidade do Entorno – Infraestrutura* (obrigatório); 1.2 *Qualidade do Entorno - Impactos* (obrigatório); 1.3 *Melhorias no Entorno* (opcional); 1.4 *Recuperação de Áreas Degradadas* (opcional); 1.5 *Reabilitação de Imóveis* (opcional);

2 - **Projeto e conforto**, com 11 critérios sendo 5 obrigatórios: 2.1 *Paisagismo* (obrigatório); 2.2 *Flexibilidade de Projeto* (opcional); 2.3 *Relação com a Vizinhança* (opcional); 2.4 *Solução Alternativa de Transporte* (opcional); 2.5 *Local para Coleta Seletiva* (obrigatório); 2.6 *Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos* (obrigatório); 2.7 *Desempenho Térmico - Vedações* (obrigatório); 2.8 *Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos* (obrigatório); 2.9 *Iluminação Natural de Áreas Comuns* (opcional); 2.10 *Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros* (opcional); 2.11 *Adequação às Condições Físicas do Terreno* (opcional);

3 – **Eficiência energética**, com 8 critérios, 2 obrigatórios em termos gerais e um obrigatório em função da classe de rendimento a quem a habitação se destina: 3.1 *Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas* (obrigatório para habitação de interesse social destinada a pessoas com rendimentos até 3 salários mínimos); 3.2 *Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns* (obrigatório); 3.3 *Sistema de Aquecimento Solar* (opcional); 3.4 *Sistemas de Aquecimento à Gás* (opcional); 3.5 *Medição Individualizada - Gás* (obrigatório); 3.6 *Elevadores Eficientes* (opcional); 3.7 *Eletrodomésticos Eficientes* (opcional); 3.8 *Fontes Alternativas de Energia* (opcional);

4 - **Conservação de recursos materiais**, 10 critérios com 3 obrigatórios: 4.1 *Coordenação Modular* (opcional); 4.2 *Qualidade de Materiais e Componentes* (obrigatório); 4.3 *Componentes Industrializados ou Pré-fabricados* (opcional); 4.4 *Formas e Escoras Reutilizáveis* (obrigatório); 4.5 *Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)* (obrigatório); 4.6 *Concreto com Dosagem Otimizada* (opcional); 4.7 *Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV)* (opcional); 4.8 *Pavimentação com*

RCD (opcional); 4.9 *Facilidade de Manutenção da Fachada* (opcional); 4.10 *Madeira Plantada ou Certificada* (opcional);

5 - **Gestão da água**, 8 critérios com 3 obrigatórios: 5.1 *Medição Individualizada - Água* (obrigatório); 5.2 *Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga* (obrigatório); 5.3 *Dispositivos Economizadores - Arejadores* (opcional); 5.4 *Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão* (opcional); 5.5 *Aproveitamento de Águas Pluviais* (opcional); 5.6 *Retenção de Águas Pluviais* (opcional); 5.7 *Infiltração de Águas Pluviais* (opcional); 5.8 *Áreas Permeáveis* (obrigatório);

6 - **Práticas Sociais**, 11 critérios com 3 obrigatórios: 6.1 *Educação para a Gestão de RCD* (obrigatório); 6.2 *Educação Ambiental dos Empregados* (obrigatório); 6.3 *Desenvolvimento Pessoal dos Empregados* (opcional); 6.4 *Capacitação Profissional dos Empregados* (opcional); 6.5 *Inclusão de trabalhadores locais* (opcional); 6.6 *Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto* (opcional); 6.7 *Orientação aos Moradores* (obrigatório); 6.8 *Educação Ambiental dos Moradores* (opcional); 6.9 *Capacitação para Gestão do Empreendimento* (opcional); 6.10 *Ações para Mitigação de Riscos Sociais* (opcional); 6.11 *Ações para a Geração de Emprego e Renda* (opcional).

Pimentel et al. (2015) referem que embora este modelo só se destine a fazer a avaliação da construção de habitação, é um modelo bastante flexível porque permite que nem todos os requisitos sejam cumpridos, sendo o Brasil é um país em desenvolvimento é mais adequado que outros modelos como o LEED-NC por ter em conta aspetos sociais, como por exemplo, a formação.

Também referem que embora este modelo tenha em conta alguns aspetos sociais, mas que alguns de carácter ambiental também estão relacionados com os aspetos sociais, como, por exemplo, a qualidade do ar interior. Os níveis de classificação deste modelo são apresentados na tabela 36 e figura 68 da página seguinte.

Fastofski et al. (2017) apresentam com motivos para a não utilização do sistema de avaliação Selo Casa Azul a falta de incentivos para a melhoria dos projetos. Apresentam como possibilidade a hipótese de apoios financeiros ou juros mais baixos, aos melhores projetos, até porque o promotor deste modelo é uma entidade económica, podendo assim permitir o reconhecimento dos projetos com mais qualidade e divulgando dos benefícios dos mesmos.

Quanto aos benefícios financeiros, segundo John & Prado (2010), eles estão previstos, mas só para os empreendimentos com classificação prata ou ouro.

Tabela 36 - Classificação segundo o modelo Selo Casa Azul (Fonte John & Prado, 2010)

Nível	Critérios mínimos
BRONZE	Critérios obrigatórios
PRATA	Critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha
OURO	Critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha



Figura 68 - Logomarcas de identificação da classificação Selo Casa Azul (fonte, Fonte John & Prado, 2010)

6.6. Green Star

O *Green Star* é um modelo de análise da sustentabilidade criado na Austrália, pelo Green Building Council Austrália (GBCA) em 2003, tem 4 versões diferentes; *Green Star – Design and As Built*, *Green Star – Interiors*, *Green Star – Communities e*, *Green Star – Performance*. A *Green Star - Design and As Built* é destinada a diferentes tipos de construções, tendo assim versões destinadas a edifícios: escolares, escritórios, industriais, hospitalares e de saúde, centros comerciais, públicos e residenciais. Baseia-se na avaliação de 9 categorias com diversos critérios em cada categoria, variando os critérios em função das versões. As categorias são; gestão, qualidade do ar interior, energia, transporte, água, materiais, solos, emissões e inovação. Conforme as versões cada critério tem um determinado número de pontos a atribuir conforme o desempenho conseguido. O número total de pontos é de 105. A certificação é atribuída conforme o número total de pontos atribuído, havendo três hipóteses de obter o certificado: 4 estrelas, quando se obtém um mínimo de 45 pontos até um máximo de 59 pontos; 5 estrelas, quando se obtém entre 60 a 74 pontos e, 6 estrelas, quando se obtém 75 ou mais pontos. O maior número de certificações diz respeito aos escritórios.

O sistema permite adaptações regionais aos diversos estados da Austrália, podendo, por exemplo, a categoria associada à água, receber diferentes pesos finais conforme a importância desta categoria na região onde o sistema é analisado. *Green Star – Interiors* avalia o interior de qualquer tipo de edifício, *Green Star – Communities* avalia os projetos de nível de bairro ou comunidade e, *Green Star – Performance* avalia o desempenho ou consumos dos edifícios (Zuo & Zhao, 2014; Portalatin et al., 2015).

Segundo o Green Building Council Austrália, citado por Asdrubali et al. (2015) é um modelo que foi criado para ser utilizado em construções de países de climas quentes, como a Austrália, Nova Zelândia e África do Sul.

6.7. SBTool - Sustainable Building Tool

O SBTool é um modelo de análise da sustentabilidade desenvolvido pela Associação internacional iiSBE (International Initiative for a Sustainable Built Environment) com o objetivo de servir de base para outras entidades desenvolverem modelos de análise da sustentabilidade que possam ser adaptados às condições locais, por entidades governamentais ou outras, necessitando que as bases de comparação para a avaliação digam respeito às condições locais, podendo também os números de critérios serem adaptados em função das condições locais e em função do tipo de empreendimento a analisar (Mateus & Bragança, 2011; Larsson, 2012; Larsson, 2016).

É composto por dois módulos base sendo que um é destinado à fase inicial do ciclo de vida de um empreendimento, a fase de preconcepção onde são definidos os parâmetros relacionados com as características locais, nomeadamente, em termos de critérios, pontuação e bases de comparação e que vai definir as condições de análise no segundo módulo que se aplica às diversas fases do ciclo de vida da construção, ou seja às fases de concepção, construção e utilização. Também tem uma secção que ajuda os projetistas como um guia durante o processo de concepção (Larson, 2012; Larsson, 2016).

A fase de preconcepção consta de uma categoria de avaliação onde existem os critérios; S1 - *Localização*, S2 - *Serviços Disponíveis* e S3 - *Características do Local*. A fase de avaliação consta das categorias e dos critérios indicados a seguir: Categoria **A Desenvolvimento, Regeneração do Local, Infraestruturas e Desenho Urbano**, com os critérios A1-*Desenvolvimento e Regeneração do Local* (com 13 parâmetros), A2-*Desenho Urbano* (com 6 parâmetros) e A3 -*Projeto de Infraestruturas e Serviços* (com 16 parâmetros); **B Energia e Consumo de Recursos**, com os critérios B1 – *Energia não Renovável no Ciclo de Vida* (5 parâmetros), B2 – *Pico de Energia Necessário para a Operação* (2 parâmetros); B3- *Uso de Materiais* (6 parâmetros), B4 – *Uso de Água Potável, Água das Chuvas e Águas Cinzas* (4 parâmetros); **C Cargas Ambientais** com os critérios C1-*Emissões de gases de Efeito de Estufa* (4 parâmetros), C2- *Outras Emissões Gasosas* (3 parâmetros), C4 *Impactos no Local* (5 parâmetros), C5 *Outros Impactos Locais e Regionais* (8 parâmetros); **D Qualidade Ambiental Interior** com os critérios D1 – *Ventilação e Qualidade do Ar Interior* (10 parâmetros), D2 – *Temperatura do Ar e Humidade Relativa* (2 parâmetros), D3 – *Luz do Dia e Iluminação* (3 parâmetros), D4 – *Acústica e Ruído* (4 parâmetros), D5 – *Controlo das Emissões Electro Magnéticas* (1 parâmetro); **E Qualidade do Serviço** com os critérios, E1 –

Segurança (10 parâmetros), E2 – *Funcionalidade e Eficiência* (8 parâmetros), E3 – *Controlo* (4 parâmetros), E4 - *Flexibilidade e Adaptabilidade* (5 parâmetros), E5 – *Optimização do Desempenho Ambiental Operacional e da Manutenção* (9 parâmetros); **F Percepção dos Aspectos Culturais e Perceptuais** com os critérios F1- *Aspectos Sociais* (5 parâmetros), F2 – *Património e Cultura* (6 parâmetros), F3 – *Perceptual* (7 parâmetros), e ; por ultimo a categoria de **Custos e Aspectos Económicos** com o critério G1- *Custo e Economia* com 8 parâmetros de análise, (Larsson, 2016).

Tem alguns critérios que exigem uma pontuação mínima base e alguns destes mesmos critérios, ou subcritérios, são obrigatórios para qualquer uma das variantes. A maior parte dos fatores obrigatórios corresponde à categoria *B Energia e Consumo de Recursos* em que tem como subcritérios obrigatórios; o B1.3 *Consumo de Energia não Renovável em todas as fases*, o B3.1 *Grau de Utilização de Estruturas Existentes* (quando aplicável), B4.2 *Uso de Água Durante a fase de Operação*. Também relacionado com o aspeto ambiental tem como obrigatório o subcritério C1.3 *Emissões de Gases de Efeito de Estufa* originadas pela energia necessária à operação. A categoria *D Qualidade Ambiental Interior* tem subcritérios obrigatórios com D1.5 *Concentrações de CO2 no ar interior* e D3. *Iluminação adequada nos compartimentos principais*. A categoria *E Qualidade do Serviço* com o subcritério 1.8 *Saída dos ocupantes de edifícios altos em condições de emergência*. A categoria *F Percepção dos Aspectos Culturais e Perceptuais* tem o subcritério F1.1 *Acesso para todos ao local e ao edifício*. Por último a categoria *G Custos e Aspectos Económicos* tem o subcritério G1.5 *Acessibilidade do aluguer ou níveis de custos*. É possível utilizar este modelo só com base nestes critérios obrigatórios, mas a representatividade da análise em termos de sustentabilidade é diminuta aconselhando-se pelo menos o uso de metade dos critérios e parâmetros de análise (Larsson, 2016).

O sistema de comparação dos parâmetros baseia-se no uso de uma escala de 0 a 5 valores com intervalos de pontuação de 0,5. O zero corresponde à prática mínima e o 5 à melhor prática. Para se atribuir a pontuação atende-se a diversos fatores, como a dimensão dos efeitos locais, o potencial efeito, a duração do efeito, a intensidade do efeito e os sistemas afetados. Em termos de avaliação comparando com o sistema de letras, por exemplo, o zero corresponde à letra G, os valores situados entre 2,0 e 2,5 correspondem à letra C e os valores maiores 4,5 correspondem à letra A+ (Larsson, 2012).

O SBTool tem versões que foram adaptadas para diversos países, como as versões; portuguesa SBTool^{PT} que tem diversas propostas para diferentes tipos de empreendimentos, a versão italiana que é representada pelo protocolo ITACA que avalia as construções sociais, a SBTool da república Checa e outros (Larsson, 2015).

O SBTool^{PT} aplica-se às fases de construção (produção), de operação (edifícios existentes), manutenção, à fase de reabilitação e demolição, mas não se aplica à fase de conceção. Tem versões para edifícios de múltiplos pisos, moradias, escritórios e hotéis. Baseia-se essencialmente em avaliações quantitativas, mas também tem algumas qualitativas, nomeadamente em termos de resíduos, materiais e recursos e saúde e conforto. O resultado final da avaliação é demonstrado através da atribuição das categorias de desempenho com base em letras, que representam os diferentes níveis atingidos, indo desde a letra E até à A+ (a categoria A ainda tem a subdivisão em A+). O edifício avaliado com A+ representa o expoente máximo de avaliação do modelo (Andrade & Bragança, 2016).

6.8. SBAT -Sustainable Building Assessment Tool

O SBAT (Sustainable Building Assessment Tool), foi criado na África do Sul e é um dos primeiros modelos que se aplica aos PD, sendo o primeiro modelo a ser criado em África. Ao contrário da maioria dos modelos o edifício analisado não vai obter uma classificação com vista a uma certificação, mas sim é um modelo que visa ajudar os projetistas a desenvolverem edifícios mais sustentáveis (Gibberd, 2003).

Gibberd (2005) considera que o SBAT tem uma abordagem diferente dos outros modelos porque tem em conta mais aspetos económicos e sociais nomeadamente no que diz respeito à resolução das necessidades locais através do fomento das oportunidades existentes, contribuindo assim para o desenvolvimento da economia local.

Tem por objetivo contribuir para a melhoria da sustentabilidade do edificado e baseia-se no Plano de Implementação do Desenvolvimento Sustentável (WSSD), que apresenta os fatores referentes a cada um dos principais pilares da sustentabilidade (Gibberd, 2003; 2005):

- *Ambiental – Água; Energia; Resíduos; Localização e; Materiais e Componentes;*
- *Económica – Custos de Construção e de Operação; Economia Local; Eficiência no Uso; Adaptabilidade e Flexibilidade;*
- *Social – Inclusão; Acesso; Educação, Saúde e Segurança; Participação e Controlo, e; Conforto.*

Os critérios de avaliação do SBAT são os seguintes:

- Economia local: Percentagem de: Fornecedores locais (construtores); Materiais locais; Componentes feitos localmente; Equipamentos locais; Manutenção feita localmente;

- Eficiência: Percentagem de utilizadores; Percentagem de tempo de utilização; Espaço por ocupante; Acesso a telecomunicações; Materiais e componentes que minimizem o desperdício;
- Adaptabilidade: Percentagem de espaços com pé direito (3,0 m ou mais); Espaço externo flexível ao uso; Possibilidade de adaptação dos compartimentos internos; Estrutura modular; Equipamento adaptável a diferentes usos;
- Custos de utilização: Formação dos utilizadores; Monitorização de consumos e geração de resíduos de ocupantes; Monitorização do consumo de água e energia; Percentagem da manutenção da construção que não utiliza produtos que danifiquem o ambiente;
- Custos de utilização: Percentagem de materiais locais utilizados na limpeza e manutenção;
- Custos de capital: Percentagem de capital (5%) aplicado durante a construção em necessidades locais; Contratar fornecedores locais; Custos não superiores em 15% da média nacional; 3% ou mais dos custos atribuídos a novas tecnologias sustentáveis; Reutilização de edifícios;
- Conforto: Percentagem de luz direta do sol; Percentagem de ventilação direta; Percentagem de ruído; Conforto térmico; Percentagem de janelas diretas ao exterior;
- Envolvente: Percentagem de transportes públicos locais; Informação em linguagem compreensiva e local; Percentagem de espaços com acesso a ambulâncias e a deficientes motores; Percentagem distância a sanitários; Percentagem mobiliário de uso local (em jardins, etc.); Acesso a equipamentos: Acesso a pé (100%) ou de transporte público (50%) às escolas; Idem a bancos; Idem, idem supermercados; Idem, idem a telecomunicações, internet, telefone, correios; Idem, idem a equipamentos de espetáculos e desportos;
- Participação e controlo: Percentagem de espaços que tem controlo térmico (janelas ou outro); Percentagem de espaços que tem controlo lumínico (janelas e energia); Espaços sociais até 400 m – parques, cafés, etc.; Equipamentos partilhados com outros utilizadores; Utilizadores envolvidos no desenho (50%) e na manutenção;
- Educação, saúde e segurança: Espaços destinados à educação; Segurança nos percursos adjacentes; Percentagem de utilizadores que pode aceder a informação relacionada com a saúde e segurança; Todos que os materiais não tenham componentes nocivos à saúde (qualidade do ar interior); Registo de acidentes ocupacionais;
- Água: Percentagem de água da chuva consumida; Percentagem de equipamentos que reduzem o consumo da água; Percentagem de superfícies construídas que

- permitem a permeabilidade; Percentagem de águas cinzentas tratadas e reutilizadas; Percentagem de áreas destinadas a produção de alimentos;
- Energia: Percentagem de utilizadores que usam meios de menor consumo de energia; Percentagem de ventilação natural; Percentagem de espaços de reduzido consumo de energia para aquecimento ou arrefecimento; Percentagem luminárias de baixo consumo; Percentagem de energia gerada no local ou de fontes renováveis;
 - Resíduos: Percentagem de lixos tóxicos reciclados no local; Percentagem de lixo orgânico reciclado no local; Percentagem de lixo inorgânico reciclado no local; Percentagem de esgotos tratados e reciclados no local; Percentagem de resíduos de construção;
 - Localização: Percentagem de terreno ocupado pela construção que já era utilizado; Inserção no local; Percentagem de área construída coberta com jardins; Percentagem de jardins destinados à produção de produtos alimentares; Percentagem de área de jardins que não precisam de tratamentos mecânicos ou pesticidas;
 - Materiais e componentes: Materiais que tenham um elevado consumo de energia primária (alumínio e plásticos) serem inferiores a 1% do peso do edifício; Percentagem de materiais oriundos de fonte vegetal ou animal; Não utilização de materiais que contribuam para a deterioração da camada de ozono; Percentagem de materiais usados que são reciclados;
 - Área ocupada com o estaleiro de construção inferior a 2 vezes a área construída.

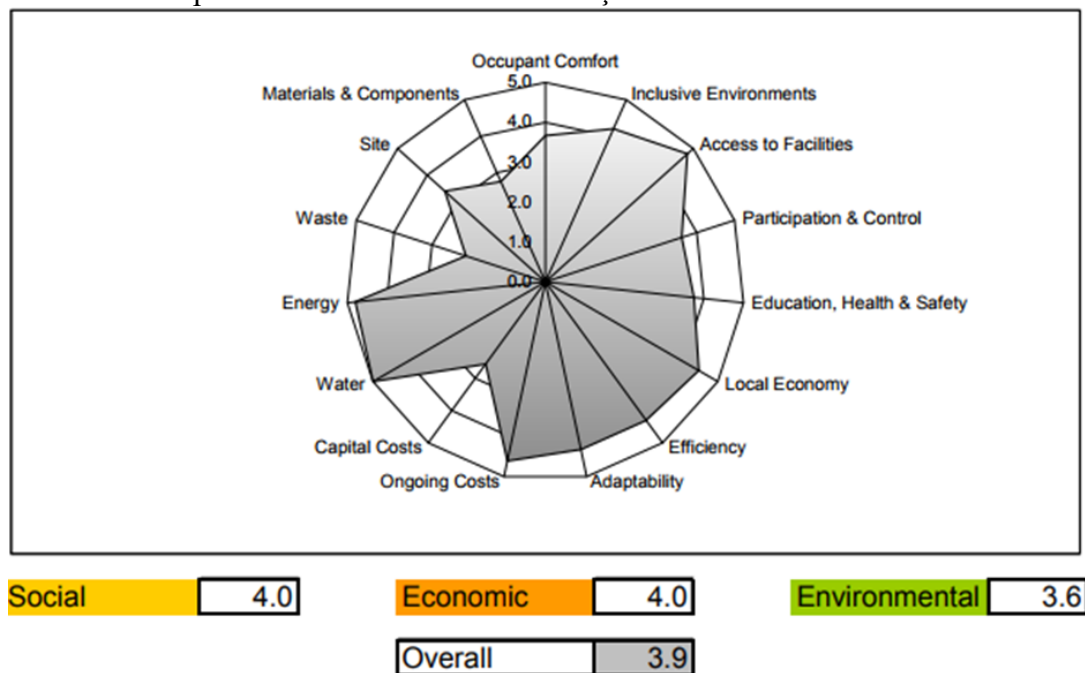


Figura 69 - Gráfico tipo radar que fornece resultado final da análise da sustentabilidade com o uso do SBAT (fonte Gibberd, 2005)

O resultado da aplicação do SBAT é um gráfico do tipo radar (figura 69 da página anterior) que nos permite verificar de um modo simplificado a avaliação de cada um dos grupos (Gibberd, 2003).

Para se fazer a implementação correta do SBAT, e uma vez que este modelo é uma ferramenta que foi desenvolvida com o objetivo de ajudar na fase de concepção do projeto, foi criada uma metodologia que ajuda ao desenvolvimento do projeto e à comunicação entre os diferentes interessados que é metodologia Sustainable Building Lifecycle (SBL), que define etapas, procedimentos e metas a atingir em cada etapa de desenvolvimento do projeto e das soluções que vão ser posteriormente aplicadas na construção e durante a construção, de modo a que este contribua para a sustentabilidade e se cumpram os requisitos de aplicação do SBAT (Gibberd, 2005).

6.9. LiderA

O LiderA (Liderar pelo Ambiente) é um sistema de avaliação da sustentabilidade desenvolvido no IST cujo coordenador foi a Prof. Manuel Pinheiro, implementado em empreendimentos desde 2005. Desde 2010 existe a versão 2.0. Tem os seguintes princípios, (Pinheiro, 2010, p. 849):

- *“Valorizar as dinâmicas locais e promover uma integração adequada;*
- *Promover um uso eficiente dos recursos;*
- *Reduzir o impacto das cargas ambientais;*
- *Assegurar qualidade ambiental com especial incidência no conforto;*
- *Promover experiência socioeconómicas sustentáveis;*
- *Assegurar o melhor uso ambiental das construções através da gestão ambiental e da inovação”*

A estrutura do LiderA baseia-se num conjunto de 43 critérios de avaliação que são agrupados em áreas que por sua vez fazem parte de uma determinada vertente (tabela 37 da página seguinte). Cada critério é avaliado segundo uma tabela de classificação feita com base numa escala que compara com as praticas usuais, classe E, e vai atribuindo novas classes conforme o incremento da performance da solução, assim a classe D considera que existe uma melhoria de 12,5% em relação á classe E, a classe C 25%, a classe B 37,5% a classe A 50%, a classe A+ 75% e a classe A++ considera que houve um incremento de 90%, sendo que o empreendimento mais sustentável é o A++. Todos os critérios têm o mesmo peso, no entanto as áreas têm pesos diferentes, dando assim mais importância em relação a determinados aspetos que são mais importantes na determinação da sustentabilidade da construção (Pinheiro, 2010).

Tabela 37 - As vertentes, áreas e critérios do LiderA (Fonte Pinheiro, 2010)

Vertente	Área	Wi	N.º critério	Critério
Inegração local - 6 critérios somando 14%	Solo	7%	C1	Valorização territorial
			C2	Otimização ambiental e implantação
	Ecossistemas naturais	5%	C3	Valorização ecológica
			C4	Interligação de habitats
	Paisagem e património	2%	C5	Interligação paisagística
			C6	Proteção e valorização do património
Recursos - 9 critérios somando 32%	Energia	17%	C7	Eficiência nos consumos e certificação energética
			C8	Desenho Passivo
			C9	Intensidade em carbono
	Água	8%	C10	Consumo de água potável
			C11	Gestão de águas locais
	Materiais	5%	C12	Durabilidade
			C13	Materiais locais
Produção alimentar	2%	C14	Materiais de baixo impacte	
		C15	Produção local de alimentos	
Cargas ambientais - 8 critérios somando 12%	Efluentes	3%	C16	Tratamento de águas residuais
			C17	Caudal de reutilização de águas usadas
	Emissões atmosféricas	2%	C18	Caudal de emissões atmosféricas
			C19	Produção de resíduos
	Resíduos	3%	C20	Gestão de resíduos perigosos
			C21	Valorização de resíduos
	Ruido exterior	3%	C22	Fontes de ruído para o exterior
Poluição ilumino-térmica	1%	C23	Poluição ilumino-térmica	
Conforto ambiental - 4 critérios somando 15%	Qualidade do ar	5%	C24	Níveis de qualidade do ar
			C25	Conforto térmico
	Iluminação e acústica	5%	C26	Níveis de iluminação
			C27	Conforto sonoro
Vivência socioeconómica - 13 critérios somando 19%	Acesso para todos	5%	C28	Acesso aos transportes públicos
			C29	Mobilidade de baixo impacte
			C30	Soluções inclusivas
	Diversidade económica	4%	C31	Flexibilidade - adaptabilidade aos usos
			C32	Dinâmica económica
			C33	Trabalho local
	Amenidades e interação social	4%	C34	Amenidades locais
			C35	Interação com a sociedade
	Participação e controlo	4%	C36	Capacidade de controlo
			C37	Condições de participação e governância
C38			Controlo dos riscos naturais	
Custos no ciclo de vida	2%	C39	Controlo das ameaças humanas	
		C40	Custos no ciclo de vida	
Uso sustentável - 3 critérios somando 8%	Gestão ambiental	6%	C41	Condições de utilização ambiental
			C42	Sistemas de gestão ambiental
	Inovação	2%	C43	Inovações

A avaliação de cada critério é feita com base em medidas que têm por objetivo contribuir para o desenvolvimento sustentável, cada critério está sujeito a indicações de como se deve fazer a medição nas diversas fases do ciclo de vida e existe um conjunto de linhas de boas práticas que servem de orientação para a definição das classes de

avaliação dos critérios, (Pinheiro, 2010). Todos os critérios são necessários para efetuar a avaliação e não podem ser alterados em função das características locais, só podendo existir alterações com base na criação de versões adaptadas a uma determinada região ou área de certificação.

Em termos de avaliação o modelo LiderA está elaborado de modo a que as classes representem um fator de melhoria em relação à classe base E, que tem um fator 1, ou seja é equivalente ao que usualmente se faz, a D representa 1,14; a classe C 1,33; a B 1,60; a A 2,00; a A+ 4,00 e A++ em 10,00, representando as classes F e G valores que indicam que a construção tem características inferiores à média, (Ferreira et al., 2014). Para além destas classes é possível a atribuição de uma classe A+++ para aqueles elementos que têm caráter regenerativo, ou seja, aquelas soluções que produzindo os consumos necessários, esta produção é excedentária para o empreendimento e pode ser fornecida para outros (Ribas, 2015).

Para se atingir o nível de desempenho A sem necessidade de ter elevados custos com as soluções utilizadas há que utilizar os princípios do modelo desde as etapas iniciais do desenvolvimento do projeto (Ribas, 2015). Para se obter o melhor desempenho de um projeto o LiderA deve ser utilizado desde a etapa do planeamento ou plano base, servindo o mesmo como linhas de orientação que vão influenciar as escolhas e a sustentabilidade final do empreendimento. Permitindo com a sua classificação final (figura 70) identificar um empreendimento em termos de desempenho sustentável (Pinheiro, 2011).



Figura 70 - Exemplo de classificação final da avaliação de um edifício com o LiderA

O LiderA foca o aspeto económico ao incluir os critérios que analisam os custos do ciclo de vida, a flexibilidade/adaptabilidade, dinâmicas económicas locais e o trabalho local, permitindo o seu uso na fase de conceção, permitindo a redução dos custos de construção e na de avaliação (Pinheiro, 2010). No entanto em termos de aspetos económicos o LiderA só dá uma importância de 6%, atribuindo 36% aos aspetos sociais e 58% aos aspetos ambientais. No entanto quando comparado com outros sistemas como o LEED for Homes, SBTool^{PT} e Code for Sustainable Homes é o que atribui maior importância em termos sociais (Ferreira et al, 2014).

O LiderA é um modelo que nas versões que surgiram a partir da V2.0 permite ser utilizado não só aos edifícios residenciais, mas também a empreendimentos mais abrangentes como os bairros e outros projetos (Macedo et al., 2017). Tem edifícios certificados em Portugal, mas também noutros países como o Brasil, tendo uma versão internacional, demonstrando assim que pode ser aplicado fora do seu país de origem, podendo também ser utilizado na nova construção e na reabilitação (Ferreira et al., 2013; Pereira et al., 2013). Também tem servido, em conjunto com outros modelos, para a proposta de outros sistemas de avaliação da sustentabilidade no ambiente construído que têm sido elaboradas em termos académicos e para trabalhos académicos (Guedes et al., 2009; Almeida et al., 2018). Para além disso tem manuais que podem servir de orientação para a aplicação do modelo, elaborados como resultado do Projeto SURE-África por 3 universidades de diferentes países da União Europeia em conjunto com meios académicos locais, como, por exemplo, os destinados a Angola, Cabo Verde, Guiné, Moçambique, S. Tomé e Príncipe e, Timor Leste (Guedes et al., s.d.).

7. LiderA Países em Desenvolvimento

Neste capítulo faz-se uma análise ao LiderA PV e compara-se o mesmo com o BREEAM e LEED, procurando ver a adequação dos modelos em termos de contributo para o desenvolvimento sustentável de acordo com as indicações da Agenda 21 para a construção sustentável nos países em desenvolvimento, conforme figura 71.

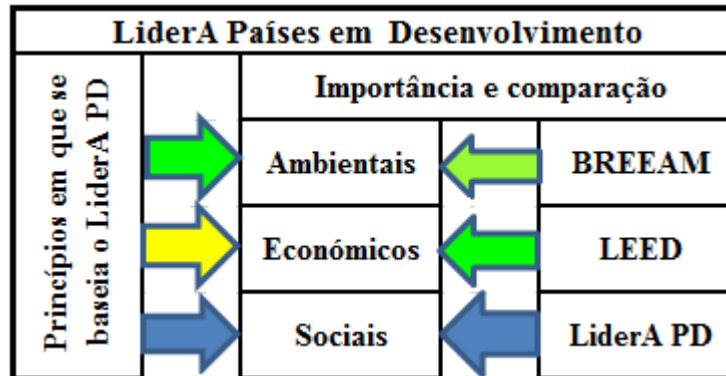


Figura 71 – Desenvolvimento do sétimo capítulo

7.1.LiderA PD

7.1.1. Princípios em que se baseia

O LiderA tem uma versão adaptada aos países de língua portuguesa e também uma versão destinada aos PD, versão que desenvolve e serve de base neste estudo, que tem os mesmos princípios, as mesmas vertentes, os mesmos critérios, mas com; medidas, limiares de boa prática, limiares base, fatores percentuais de importância e exigências de avaliação em cada critério diferentes, adaptados à realidade dos PD com objetivos que pretendem contribuir para o desenvolvimento sustentável da construção e da sociedade em geral. A manutenção das mesmas vertentes e critérios permite que se mantenha a possibilidade de identificação com as outras versões do LiderA e de uma maneira simplificada a comparabilidade do resultado da avaliação final com as diferentes versões.

7.1.2. A importância dos fatores sociais neste modelo

O LiderA Países em Desenvolvimento (LiderA PD) procura ter em conta mais os aspetos sociais, com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável das populações, tendo em conta à mesma os aspetos ambientais e económicos. Assim esta versão do LiderA continua a ter os mesmos 43 critérios de análise, com os mesmos nomes, mas com alterações nas medidas e submedidas base a implementar, nas linhas

de boas práticas, nos limiares e unidades de avaliação de cada critério. Isto de modo a refletir a sua adaptação aos PD e em especial à avaliação da habitação social, que é muito importante para grande parte da população destes países. Esta adaptação verifica-se quando se faz uma análise às medidas previstas para a implementação desta versão do LiderA.

A exemplo dos sistemas BREEAM e LEED muitas das medidas presentes em cada critério têm efeitos nos diferentes pilares da sustentabilidade, sendo por essa razão a sua atribuição a um deles complicada, no entanto e seguindo os princípios utilizados na classificação destes dois modelos, verifica-se que os 43 critérios presentes no LiderA têm como fatores de avaliação as medidas, num total de 148, que por sua vez ainda podem conter submedidas, representado o conjunto das medidas e submedidas um total de 363 fatores de análise presentes no LiderA. Cada medida ou submedida pode ter mais que um efeito principal, ou seja, pode ter efeitos revelantes em mais que um dos pilares da sustentabilidade.

Assim dos 363 fatores, destes 238 dizem respeito a efeitos sociais, o que representa em termos percentuais 48%, 152 com efeitos ambientais, representado cerca de 30,7%, e 106 com efeitos económicos o que dá uma percentagem de cerca de 21,4% (tabela 38 da página seguinte).

Analisando estes possíveis efeitos com a correção referentes aos diferentes pesos de cada critério verifica-se que o LiderA PD atribui uma importância percentagem de cerca de 36,5% aos fatores ambientais, 21,0% aos fatores sociais e 42,5% aos fatores sociais. Em termos de preponderância principal de cada critério em termos dos pilares ambientais, económicos e sociais, verifica-se que: existem 11 critérios essencialmente ambientais, inseridos nas vertentes, *Integração Local*, *Recursos* e *Cargas Ambientais*, que também podem ser consideradas preponderantemente ambientais; existem 20 critérios que têm efeitos maioritariamente sociais, integrados essencialmente nas categorias *Conforto Ambiental* e *Adaptabilidade Socioeconómica*, cujo sentido principal também é social; existem 2 critérios essencialmente económicos, e; 10 critérios que têm efeitos mistos, espalhados por diversas vertentes.

Existe assim maior importância em termos sociais do LiderA PD, que se manifesta com a existência de mais fatores de análises com efeitos sociais e com a existência de vertentes que procuram analisar o contributo que o empreendimento dá para o desenvolvimento socioeconómico pessoal e comunitário, procurando à mesma ter em conta as necessidades de conforto, como o fazem os dois principais modelos (BREEAM e LEED) que essencialmente focam os fatores sociais neste aspeto.

Tabela 38 - LiderA PD classificação dos fatores de análise

Vertentes	Área	Wi	Critério	Medidas e submedidas				Medidas e submedidas		
				Totais	Número de factores			Em termos totais		
					Ambientais	Economicos	Sociais	Ambientais	Economicos	Sociais
Integração local	Soma	11%		50	28	9	24	6,12%	1,47%	3,41%
	Solo	5%	C1 - Valorização Territorial	11	5	5	5	3,33%	0,83%	0,83%
			C2- Optimização ambiental da implantação	3	3					
	Ecossistemas Naturais	4%	C3- Valorização ecológica	10	9	2	2	2,58%	0,44%	0,97%
			C4- Impacto nos habitats existentes	11	9	1	5			
	Paisagem e Património	2%	C5- Integração Paisagística	10	2		8	0,20%	0,20%	1,60%
C6- Proteção e Valorização do Património			5		1	4				
Recursos	Soma	27%		50	39	27	25	12,60%	7,80%	6,60%
	Energia	11%	C7 - Energia	2	1	2	2			
			C8- Desenho Passivo	12	12	12	12	3,62%	3,69%	3,69%
			C9- Intensidade em Carbono	5	5	3	3			
	Água	6%	C10- Consumo e fornecimento de água potável	8	5	2	2	4,17%	1,17%	0,67%
			C11- Gestão das águas locais	6	5	1				
	Materiais	7%	C12 - Durabilidade	2	2	2				
			C13- Materiais locais	1	1	1	1	3,81%	1,94%	1,24%
C14- Materiais de baixo impacto			4	4		1				
Alimentares	3%	C15- Produção local de alimentos	10	4	4	4	1,00%	1,00%	1,00%	
Cargas Ambientais	Soma	14%		53	37	6	31	8,42%	1,02%	4,56%
	Efluentes	5%	C16- Redes e tratamento das águas residuais	5	5	2	3	3,75%	0,50%	0,75%
			C17- Caudal de reutilização de águas usadas	2	2					
	Emissões atmosféricas	2%	C18- Caudal de emissões atmosféricas	4	4	1	2	1,14%	0,29%	0,57%
			C19- Produção de resíduos	12	10		1			
			C20- Gestão de resíduos perigosos	5	5		5	2,82%	0,24%	1,94%
	Resíduos	5%	C21- Reciclagem de resíduos	12	6	3	12			
			C22- Fontes de ruído para o exterior	5	1		4	0,20%		0,80%
Ruído Exterior	1%	C23 - Poluição lumino térmica	8	4		4	0,50%		0,50%	
Conforto Ambiental	Soma	13%		58	16	10	50	2,93%	1,68%	8,39%
	Qualidade do ar	5%	C24 - Níveis de qualidade do ar	21	5	2	21	0,89%	0,36%	3,75%
	Conforto Térmico	5%	C25- Conforto térmico	13	8	5	11	1,67%	1,04%	2,29%
	Iluminação e Acústica	3%	C26- Níveis de iluminação	15	2	3	11			
			C27 - Conforto sonoro	9	1		7	0,38%	0,28%	2,34%
Adaptabilidade Socio-Económica	Soma	26%		114	16	42	92	2,52%	6,83%	16,65%
	Acesso para Todos	5%	C28 - Acesso aos transportes públicos	7	1	1	5			
			C29 - Mobilidade	7	1		5	0,52%	0,24%	4,25%
			C30 - Soluções inclusivas	5			5			
	Diversidade Económica	10%	C31 - Flexibilidade -Adaptabilidade aos usos	10	1	5	6			
			C32 - Dinâmica económica	14	1	8	11	0,64%	4,29%	5,07%
			C33 - Trabalho local	10	1	8	8			
	Amenidades e Interação Social	6%	C34 - Amenidades locais	11	4	6	9	0,63%	0,95%	4,42%
C35 - Interação com a comunidade			7			7				
Participação e Controlo	3%	C36 - Capacidade de controlo	9		5	7				
		C37 - Participação e governância	14		2	12	0,33%	0,42%	2,25%	
		C38 - Controlo dos riscos naturais	6	4		5				
		C39 - Controlo das ameaças humanas	7			7				
Custos no Ciclo de Vida	2%	C40 - Custos no ciclo de vida	7	3	7	5	0,40%	0,93%	0,67%	
Gestão Ambiental e Inovação	Soma	9%		38	16	12	16	3,91%	2,21%	2,87%
	Gestão Ambiental	5%	C41 - Informação ambiental	10	5	5	9	2,80%	0,66%	1,54%
			C42 - Sistema de gestão ambiental	7	6		1			
	Inovação	4%	C43 - Inovações	21	5	7	6	1,11%	1,56%	1,33%
Soma				363	152	106	238	36,50%	21,02%	42,48%
Preponderância de critérios em relação aos efeitos totais				496	30,65%	21,37%	47,98%	36,50%	21,02%	42,48%

Por exemplo a vertente *Adaptabilidade Socioeconómica*, quase toda dedicada a aspetos económicos e sociais, que também é segunda vertente mais importante em termos de peso (26%), só sendo superada pela vertente *Recursos* (27%). No entanto esta vertente tem um critério (C15) *Produção Local de Alimentos*, que procura fomentar a

disponibilização de locais para produção de alimentos, assim como a preservação de espécies autóctones, fomentar a instalação de locais de armazenamento e fornecer formação e utensílios, entre outras, podendo assim considerar-se que das 10 medidas e submedidas de análise, existem 4 com efeitos ambientais, 4 económicos e 4 sociais, tendo este critério carácter misto. Esta vertente têm os critérios adaptados a que nas fases de construção e utilização os empreendimentos permitam contribuir para o desenvolvimento socioeconómico das populações e do local, como, por exemplo, o critério 32 *Dinâmica Económica* as apresentadas na tabela 39.

A maior importância é demonstrada nos pesos finais atribuídos às vertentes que tem pesos diferentes da versão LiderA PD. Os pesos das áreas *Materiais, Alimentares, Efluentes, Resíduos, Diversidade Económica, Amenidades e Interação Social e Inovação* aumentado, tendo o aumento da *Diversidade Económica* sido de 2,5 vezes, passando para 10% no peso final. Dá-se maior importância aos aspetos económicos e sociais, como a criação de emprego e de atividades económicas locais durante as fases de construção e uso, com a utilização de recursos naturais de preferencialmente renováveis existentes no local.

Tabela 39 - Fatores de análise do critério *Dinâmica Económica* do LiderA PD

1. Identificar recursos locais e possíveis atividades económicas baseadas neles:
» Próximo do local existem recursos naturais renováveis que podem ser explorados de maneira sustentável;
» Próximo do local existem terrenos com boas aptidões agrícolas e que podem ser trabalhados pelas populações;
» Próximo do local existem recursos naturais renováveis que podem ser aproveitados para produção constante de energia;
» No local, ou as pessoas a mudar têm capacidade de saber explorar (trabalhar) de maneira adequada os recursos existentes;
» No local existem locais destinados aos utentes venderem/trocarem produtos;
» Está previsto dar formação às pessoas para poderem exercer atividades económicas baseadas nos recursos existentes.
2. Capacidade de valorização
» A construção neste local permite a valorização do mesmo e dos utentes / utilizadores;
» A construção neste local favorece o empreendedorismo a criação de emprego;
» Os utentes/utilizadores são valorizados com esta implantação e tipo de projeto;
» Este tipo de construção permite contribuir para a integração no local e a sua valorização em termos ambientais, económicos e sociais (turísticos, paisagísticos).
3. Diversidade de tipologias habitacionais e funcionais:
» No local existem diversas soluções construtivas/edifícios que permitem ser destinados a equipamentos sociais e atividades económicas.

7.1.3. O LiderA PD e o seu contributo para o desenvolvimento sustentável

Esta versão do LiderA pretende dar um contributo para o desenvolvimento sustentável dos PD, baseando-se nas principais dificuldades e necessidades existentes conforme apresentado em capítulos anteriores. A seguir apresenta-se um conjunto de tabelas e refere-se os principais objetivos que se pretendem com esta versão do LiderA.

Na tabela 40 apresentam-se as principais medidas da vertente *Integração Local*. Com estas medidas procura-se contribuir para a diminuição dos problemas associados à falta de; planeamento, títulos de posse da terra que por sua ausência causam conflitos e impedem futuras transações a famílias que há gerações as utilizam, aproveitamento de espécies autóctones com altos poder nutritivos e/ou, que têm poder de contribuir para limitar a propagação de seres que podem ser portadores de vetores infectocontagiosos, análise das condições existentes no local e que com a construção podem colocar em causa a segurança das pessoas e/ou dos habitats existentes, análise dos aspetos culturais e sociais das populações o que originam muitas vezes construções inadequada, infraestruturas e equipamentos no local que muitas vezes acabam por nunca ser construídos.

Tabela 40 - Principais medidas da vertente *Integração Local* do LiderA PD

	Áreas e critérios	Medidas e submedidas
Vertente - Integração local	Solo Valorização Territorial. Otimização Ambiental da Implantação.	Intervir em zonas onde existam potencialidades económicas e emprego ou com potencialidades de criação de emprego. Construir onde já existam infraestruturas, nomeadamente as redes de água, energia e esgotos. Construir onde haja PDM, se este não existir elaborar um. Fazer o parcelamento do solo e atribuir/vender títulos de registo de propriedade que possam futuramente ser transacionáveis.
	Ecossistemas Naturais Valorização Ecológica. Impacto no Habitats Existentes.	Selecionar espécies vegetais autóctones (arbóreas e rasteiras) que se adaptem ao local, de baixa manutenção e que tenham capacidade biocida ou de afastar pragas do tipo mosquitos e outras. Contribuir com as plantas para a produção local de alimentos, de preferência através de plantas locais. Não existência de locais de águas paradas nas proximidades. Não existência de animais perigosos nas proximidades. Construção afastado de habitats importantes.
	Paisagem e Património. Integração Paisagística. Proteção e Valorização do Património.	Adaptar formalmente o espaço com a topografia local. Utilizar materiais de acordo com os tipicamente utilizados na circundante. Intervenção que respeite os valores e tradições locais.

Tabela 41 - Principais medidas da vertente *Recursos* do LiderA PD

	Áreas e critérios	Medidas e submedidas
Vertente - Recursos	Energia Energia. Desenho Passivo. Intensidade em Carbono.	Construir em locais onde haja acesso ao fornecimento regular de energia. Construir em locais próximos de onde haja a possibilidade de aproveitar recursos naturais que possam ser aproveitados para a produção local de energia para satisfazer as necessidades locais. Orientação a sul/norte das aberturas e dos principais alçados. Prolongamento do telhado. Promover a ventilação natural. Instalar fogões solares ou melhorados a biomassa de fontes renováveis.
	Água Consumo e fornecimento de água potável Gestão das águas locais	Existe o fornecimento regular de água potável no local. A água é tratada e são feitas periodicamente análises. Não alteração dos sistemas de drenagem naturais que possam provocar ravinas ou serem afetados pela construção. Construir redes de drenagem e encaminhar as águas para uma lagoa onde é feito o tratamento e reaproveitamento.
	Materiais. Durabilidade Materiais locais Materiais de baixo impacte	Utilizar materiais produzidos ou obtidos a menos de 100 km (superior a 50%).
	Alimentares Produção local de alimentos	Disponibilizar zonas para produzir alimentos vegetais e/ou animais, no logradouro, em lote próximo. Fomentar a instalação de locais de armazenamento individuais e coletivos. Fornecer utensílios e formação. Fomentar a diversificação da produção com o objetivo de melhorar a capacidade alimentar e a preservação de espécies autóctones.

Na tabela 41, referente à vertente *Recursos* procurar-se: evitar que a construção seja feita sem garantia de fornecimento de energia, ou que este seja regular e adequado; fomentar a construção em locais adequados às energias renováveis e estas serem aproveitadas; construções que consumam menos energia, com adaptação bioclimática ao local, com boa ventilação; a instalação de sistemas que permitam utilizar as energias renováveis e diminuir a existência de poluentes no interior das habitações, permitindo assim melhorar as condições de vida e diminuir consumos de energia; evitar o problema da falta de acesso à água potável e da falta de controlo da potabilidade da mesma; evitar os problemas de erosão dos solos que muitas vezes causam danos ambientais e sociais; a utilização de materiais locais como um meio de contribuir para ao desenvolvimento local, e; a melhoria das condições de alimentação das pessoas de menores possibilidades, assim como da segurança alimentar.

Na tabela 42 (da página seguinte) referente à vertente *Cargas Ambientais*, manifesta-se a necessidade de serem feitas análises aos locais de execução do projeto e verificar os sistemas de recolha e de tratamento de efluentes e resíduos existentes incluindo a sua adequabilidade às necessidades de tratamento e acréscimos de capacidade, fomentando também o tratamento com base em sistemas menos poluidores e que consigam fazer a transformação dos componentes que podem ser utilizados localmente como nutrientes

em culturas que permitem contribuir para a criação de alimentos e biomassa. A existência de manuais e a necessidade de formação no campo da gestão e valorização de resíduos dão um contributo em termos ambientais, sociais e económicos com a possibilidade de criação de novas fontes de rendimento.

Tabela 42 - Principais medidas da vertente *Cargas Ambientais* do LiderA PD

	Áreas e critérios	Medidas e submedidas
Vertente - Cargas Ambientais	Efluentes Redes e tratamento das águas residuais. Caudal de reutilização de águas usadas.	Verificar se no local existem sistema de tratamento de efluentes e se tem capacidade de receber mais carga, se não existir ou se não tiver capacidade este ser projetado e construído. Recolha e separação das águas residuais domésticas (águas cinzentas e negras). Fito-ETAR (sistema natural de tratamento das águas).
	Emissões Atmosféricas. Caudal de emissões atmosféricas.	Eliminar ou diminuir equipamentos com a combustão no interior dos edifícios (fogões, esquentadores, caldeiras...) Utilizar equipamentos cuja fonte de energia, seja preferencialmente a solar (por exemplo os fogões solares) e em alternativa fogões melhorados a biomassa, carvão e óleos.
	Resíduos Produção de resíduos. Gestão de resíduos perigosos. Reciclagem de resíduos.	Existência de pontos para a reciclagem de resíduos ou de sistemas de recolha e valorização ou de entrega para valorização. Realização de compostagem doméstica ou comunitária de resíduos indiferenciados. Existência de um Guia-Prático composto por medidas de fácil aplicação que permitam uma correta gestão e redução dos resíduos. Tratamento e valorização local de resíduos através de artesãos e pequenas empresas.

Tabela 43 - Principais medidas da vertente *Conforto Ambiental* do LiderA PD

	Áreas e critérios	Medidas e submedidas
Vertente - Conforto Ambiental	Qualidade do ar Níveis de Qualidade do ar	Correta disposição dos espaços interiores do edifício para potenciar a ventilação natural, nomeadamente a cruzada - abertura de vãos exteriores em fachadas opostas. Nos espaços exteriores envolventes ao edificado de onde provem o ar que assegura a renovação no interior, devem ser criadas boas condições (vegetação, etc.) que permitam a uma boa a qualidade do ar e que contribuam para afastar mosquitos e outros insetos/animais que possam causar problemas.
	Conforto térmico Conforto térmico.	Inércia térmica: média a forte - utilização de materiais com densidade significativa que conservam a energia e controlam as oscilações de temperatura no interior como por exemplo as paredes espessas e maciças em terra, betão, ou alvenaria de blocos, as coberturas verdes... Isolamento da entrada direta dos raios solares nas paredes exteriores e no interior das habitações. Apostar no sombreamento dos espaços públicos de estada, dos percursos pedonais e das ciclovias, quer pela manipulação da volumetria construída quer pela introdução de estrutura verde nestes locais.

Com as medidas apresentadas na tabela 43 procura-se melhorar a qualidade do ar e conforto com a utilização de soluções bioclimáticas adequadas ao tipo de clima

existente, com o condicionamento destes através do fomento da ventilação natural, da inércia térmica, da diminuição da radiação direta (uma vez que geralmente são países de clima quente), da importância da vegetação no controlo da temperatura e qualidade do ar, chamando a atenção para o problema dos insetos que podem ser um problema que afeta a saúde dos ocupantes.

A vertente *Adaptabilidade Socioeconómica* é a mais importante do LiderA PD (tabela 44 da página seguinte). Nela constam medidas que procuram contribuir para: a necessidade de existirem transportes públicos adequados, com horário regulares e preços conhecidos, para evitar especulação sobre o custo das viagens; a construção de ruas com larguras suficientes para se poder circular, a pé e com viaturas, estacionar e eventualmente criar pequenos comércios de rua que são muito usuais em muitos PD; a necessidade da construção contribuir para a dinamização económica local, com a criação de emprego local e de pequenas e médias empresas, não só durante a fase de construção, mas também a de utilização, preferencialmente com a utilização de técnicas construtivas locais, ou se forem utilizadas técnicas não conhecidas localmente que seja dada formação para que se possa utilizar mão-de-obra local na fase de construção e na de manutenção.

Também para a necessidade de construir onde existam recursos naturais que possam ser explorados de forma sustentável e que possam criar desenvolvimento económico e para a eventual necessidade de dar formação e outros apoios ao desenvolvimento destas pequenas atividades, para a construção onde hajam equipamentos adequados, ou então que estes sejam considerados no projeto e esteja garantido a sua construção e entrada em funcionamento ao mesmo tempo que as habitações são ocupadas.

Esta vertente também inclui medidas: para que as populações sejam consultadas e participem nos processos de conceção, construção e utilização, de modo a manifestarem os seus desejos e opiniões e a se sentirem envolvidas nas decisões que lhe vão influenciar as suas vidas, levando-as assim a se comprometerem com as soluções selecionadas; para a necessidade ter em atenção as possíveis consequências em termos de alterações que a construção no local pode originar, nomeadamente, em termos ambientais, por exemplo nas redes de tratamento de efluentes e recolha de resíduos para os possíveis impactos na biodiversidade existente; para criar condições de segurança nomeadamente com a existência de iluminação pública e sistemas de policiamento ou vigilância, e; para a utilização de soluções construtivas de baixos custos de construção e de utilização.

Tabela 44 - Principais medidas vertente *Adaptabilidade Socio-economica* do LiderA PD

	Áreas e critérios	Medidas e submedidas
Vertente - Adaptabilidade Socioeconómica	Acesso para Todos Acesso aos transportes Públicos. Mobilidade. Soluções inclusivas	Proporcionar que haja acesso a transportes públicos de preferência de mais que um tipo, com horários e preços pré-estabelecidos e capacidade adequadas. Largura mínimas das ruas que permita o estacionamento e no passeio haja condições de existir pequenos comércios.
	Diversidade Económica Flexibilidade - Adaptabilidade aos usos. Dinâmica Económica. Trabalho Local.	Existência de espaços, essencialmente exteriores destinados a atividades domésticas ou outras. Identificar recursos locais, naturais, de preferência renováveis e possíveis atividades económicas baseadas neles e dar formação às pessoas, se necessário, para os explorar. Este local permite a valorização do mesmo e dos utentes e favorece o empreendedorismo e a criação de emprego. Este empreendimento permite; gerar emprego local na fase de construção, criar pequenas e médias empresas locais e o desenvolvimento da produção de materiais de construção. As soluções construtivas utilizadas permitem que os trabalhos de manutenção sejam feitos por pessoas locais. Este empreendimento permite contribuir para o desenvolvimento de atividades económicas e emprego em espaços públicos apropriados.
	Amenidades e Interação social Amenidades Locais. Interação com a comunidade.	Existência de amenidades humanas, comercio, serviços, equipamentos (sociais e outros adequados). Existência de amenidades naturais, parques, rio, zonas costeiras e outras. Manutenção ou aumento das atividades sociais e culturais pré-existentes na área.
	Participação e Controlo Capacidade de Controlo. Condições de participação e governância. Controlo dos riscos naturais. Controlo das ameaças humanas.	Controlo interior (mecanismos de controlo manuais, mecânicos ou por sensor) de elementos de controlo das condições climáticas e de iluminação. Controlo de entrada de pragas (insetos e outros). Existência de redes mosquiteiras em portas janelas e qualquer abertura. Participação da população na conceção, construção e gestão do empreendimento. Condições de governância com representantes da comunidade. Implementar soluções que minimizem as consequências de catástrofes naturais, como inundações, derrocadas, formação de charcos e locais de água parada. Existência de iluminação pública adequada que permita criar visibilidade em todos os espaços públicos. Existência de policiamento ou de guardas de bairro
	Custos no ciclo de vida Custos no ciclo de vida	Seleção de soluções construtivas e equipamentos com baixos custos de utilização e manutenção. Materiais de fácil manutenção. Materiais de produção local.

Na vertente apresentada na tabela 45, da página seguinte, procura-se chamar a atenção para a necessidade da existência de manuais e formação ambiental e para o desenvolvimento das tecnologias e capacidades locais.

Tabela 45 - Principais medidas da vertente *Gestão Ambiental e Inovação* do LiderA PD

	Áreas e critérios	Medidas e submedidas
Vertente - Gestão Ambiental e Inovação	Informação Ambiental Informação ambiental. Sistema de gestão ambiental.	Indicações, com manuais e formação relativas à utilização, rentabilização e manutenção de elementos especiais como sistemas de aproveitamento da ventilação natural, sistemas de reutilização de águas, tratamento da vegetação, etc. Existência de um manual de gestão ambiental adequado ao empreendimento e formação com base no mesmo.
	Inovação Inovações	Aplicação de soluções inovadoras que contribuam para a melhoria de desempenho da sustentabilidade do edifício e a área de incidência, em termos ambientais, económicos e sociais, com especial referência para aqueles que se baseiam em tecnologias e recursos locais.

7.1.4. Proposta do LiderA PD e a sua aplicação na construção a custos controlados em Angola

Esta versão do LiderA destinada aos PD destinada a Angola, precisa definir as características da classe base de comparação, a classe E, o que a seguir se faz e também se justifica.

Não é fácil nos PD, como é o caso de Angola, definir a classe base (E) por ausência de regulamentos, por falta de uma indústria de materiais de construção e de regulamentação dos produtos desta. Também existe uma grande diferença nos tipos de construção existentes nas grandes cidades, geralmente, utilizando sistemas copiados de países mais desenvolvidos, isto para a construção formal, com os sistemas utilizados na construção informal e nas cidades menores ou outras povoações.



Figura 72 – Habitação para classe média alta em construção

Nas construções formais nas cidades o processo construtivo baseia-se na construção com estruturas em betão armado ou de aço, recorrendo a materiais importados, com paredes construídas em blocos de argamassa de cimento ou de tijolos cerâmicos cozidos em fornos, revestidos a argamassa. As estruturas das coberturas usam geralmente perfis metálicos com cobertura em chapa lacada ou galvanizada (figura 72 da página anterior). As paredes são simples, sem grande inércia térmica e geralmente não há a preocupação com a proteção solar das fachadas (exeto alguns casos como o da figura 73), nem com a orientação em relação ao sol ou aproveitamento dos ventos dominantes para ventilação



Figura 73 – Exemplo de habitação destinada a classe média alta (ou funcionários do Estado)

Nas habitações destinadas às classes de menores recursos geralmente não há tetos falsos nem telhados ventilados, ficando os habitantes expostos diretamente aos efeitos dos raios solares nas coberturas, que geralmente são metálicas e têm fraco poder de reflexão dos raios solares.

Mesmo nalguns empreendimentos em que houve a preocupação de os tornar mais sustentáveis, como o da figura (74) abaixo da Aldeia Solar, situada nos arredores da região metropolitana de Luanda, não há a preocupação em fazer o planeamento integrado do local de implantação e a preocupação com os possíveis impactos económicos nas populações locais com a construção, os materiais e mão-de-obra são importados, não foram criadas condições para a existência de ventilação com aberturas orientadas em relação aos ventos dominantes e pé-direitos elevados, os materiais também têm pouca duração.



Figura 74 – Entrada da cozinha e área de serviço comum de moradia da Aldeia Solar

Nas construções não formais e nas povoações rurais, devido ao aparecimento de fábricas de produção de blocos de argamassa de cimento, essencialmente implementadas por cidadãos estrangeiros, há um abandono das construções tradicionais vernaculares para construções em alvenaria de blocos de argamassa de cimento, mas com as mesmas condições de falta de isolamento e ventilação das coberturas, do aproveitamento da ventilação e da proteção das fachadas da incidência direta dos raios solares (figura 75).



Figura 75 – Substituição das construções tradicionais por construções em alvenaria de blocos de argamassa de cimento.

Em termos de redes de abastecimento de água, muitas vezes esta não existe ou é irregular e também geralmente têm falta de controlo de qualidade e utilizam produtos importados que às vezes são difíceis de encontrar.

Tabela 46 – Características base classe E de avaliação para o LiderA PD Angola-habitação social

	Área	Critério	Classe E	
Integração local	Solo	C1 - Valorização Territorial	Geralmente não existe preocupação em utilizar solos já contaminados, nem procurar locais com infraestruturas	
		C2- Otimização amb. da implantação	Geralmente não existe preocupação com efeitos que a implantação terá em termos ambientais	
	Ecosistemas	C3- Valorização ecológica	Existe algumas regras e regulamentos que impedem a construção em zonas sensíveis, mas raramente são cumpridos.	
		C4- Impacto nos habitats existentes	Raramente são implementadas medidas para diminuir os impactos nos habitats existentes.	
		C5- Integração Paisagística	Raramente há a preocupação de integração paisagística e de utilização de soluções construtivas locais que se integrem com o local, recorrendo-se muitas vezes a cores e acabamentos que destoam do local.	
		C6- Proteção e Val. do Património	Raramente existe preocupação com a valorização do património importante a manter e muitas vezes as construções saem do habitualmente utilizado no local.	
Recursos	Energia	C7 - Energia	Raramente existe a preocupação de garantir o fornecimento regular e adequado de energia, nem de aproveitar as energias renováveis existentes.	
		C8- Desenho Passivo	Muito raro serem aplicadas soluções com características de desenho passivo, ou seja, raramente; se faz a orientação em relação ao Sol, o aproveitamento da ventilação natural, da inércia térmica e da proteção da incidência direta dos raios solares.	
		C9- Intensidade em Carbono	Elevada devido à utilização de biomassa para cozinhar e de geradores e outros meios de fornecimento de energia e iluminação. Elevada devido a materiais não locais e a consumos exagerados na climatização.	
	Água	C10- Consumo e fom. água potável	Raramente existe fornecimento regular e adequado de água potável.	
		C11- Gestão das águas locais	Raramente há a preocupação com a gestão das águas locais.	
	Materiais	C12 - Durabilidade	Muitos dos materiais são importados e muitas vezes de fraca qualidade. Os materiais locais tem geralmente fraca qualidade.	
		C13- Materiais locais	Os materiais locais estão fora de moda e não há desenvolvimento das tecnologias associadas aos mesmos.	
		C14- Materiais de baixo impacto	As soluções construtivas utilizam geralmente materiais não locais e com alto valor de energia incorporada.	
	Alimentos	C15- Produção local de alimentos	Não existe preocupação com a produção local de alimentos.	
	Cargas ambientais	Efluentes	C16- Redes e tratamento das águas residuais	Geralmente não existem ou são ineficientes por falta de dimensionamento, de manutenção e de utilizarem produtos e materiais importados.
			C17- Caudal de reutilização de águas usadas	Raramente existe.
		Emissões	C18- Caudal de emissões atmosféricas	Elevado devido à utilização de biomassa, de geradores e de querosene para iluminação e cozinhar.
		Resíduos	C19- Produção de resíduos	Não existe preocupação com a produção de resíduos. Geralmente só os centros urbanos tem recolha de resíduos.
			C20- Gestão de resíduos perigosos	Não existe gestão de resíduos perigosos.
	C21- Reciclagem de resíduos		Raramente é feita a reciclagem de resíduos.	
Conforto ambiental	Qualidade do ar	C24 – Níveis de qualidade do ar	Elevados níveis de contaminações devido à poluição por causa do uso da biomassa, dos geradores, do querosene e da falta de ventilação adequada.	
		C25- Conforto térmico	Muito fraco por causa das coberturas sem isolamento e da ausência de meios de controlo da radiação solar.	
	Iluminação e Acústica	C26- Níveis de iluminação	Muito fracos durante o dia por causa da ausência de aberturas adequadas e da proteção de entrada dos raios solares. Também muito fraco durante a noite por ausência de energia elétrica.	
		C27 – Conforto sonoro	Muito fraco por causa das coberturas sem isolamento, da ausência portas e janelas adequadas e do ruído afeto aos geradores.	
Adaptabilidade socioeconómica	Acessos	C30 – Soluções inclusivas	Não existem.	
		C31 – Flexibilidade -Adaptabilidade aos usos	Não existem.	
	Diversidade Económica	C32 – Dinâmica económica	Raramente existe preocupação com a necessidade de promover empreendimentos que contribuam para a dinamica economica do local e da região	
		C33 – Trabalho local	Raramente existe a preocupação de procurar soluções que permitam promover o trabalho local durante a fase de construção e de utilização.	
		C34 – Amenidades locais	A maior parte das vezes as infraestruturas não são feitas a tempo.	
	Amenidades	C35 – Interação com a comunidade	A maior parte das vezes a população não é consultada.	
		Participação e Controlo	C36 – Capacidade de controlo	Muitas vezes limitada devido à falta de vedações adequadas e de capacidade de controlo de entrada de vectores de doenças infectocontagiosas.
	C37 – Participação e governância		Raramente existe uma vez que as decisões são centralizadas e não são consultadas as populações.	
	C38 – Controlo dos riscos naturais		Raramente existe a preocupação com o controlo dos riscos naturais.	
	C39 – Controlo das ameaças humanas		Muito limitado	
Custos	C40 – Custos no ciclo de vida	Geralmente os materiais são importados, muitas vezes com prazos de vida útil reduzidos e de elevado custo de reposição. Devido às soluções construtivas não passivas existem elevados consumos de climatização.		

As redes de recolha e de tratamento de efluentes são raras e em muitas habitações fazem-se poços ou tanques de recolha, algumas mais raras com fossas sépticas e nalgumas, das populações de menores recursos, nem sequer existem instalações sanitárias no interior das habitações.

Quanto à rede de fornecimento de energia, se existe, não há garantia de fornecimento regular, mesmo nos novos aldeamentos propostos pelas entidades governamentais. Por exemplo, no caso da Aldeia Solar o fornecimento é com base em painéis solares com uma área/capacidade de fornecimento que pouco mais dá que para a iluminação. As populações que têm recursos recorrem a geradores particulares, que produzem elevadas emissões sonoras e emitem gases de efeito de estufa, para além de serem um encargo com a compra, consumos e manutenção, que a maioria da população tem dificuldades em suportar, recorrendo geralmente a pequenos geradores e com funcionamento em determinados períodos do dia.

Em termos de contributo para o desenvolvimento económico integrado do local onde os novos aldeamentos se fazem, este é diminuto, por causa da não utilização de materiais e mão-de-obra local, assim como pela inexistência de planos integrados de desenvolvimento, falta de equipamentos e infraestruturas adequadas que limitam as possibilidades de instalação de empresas e fazem diminuir a produtividade e elevar os custos de funcionamento das que se instalam.

Não obstante a dificuldade em justificar a classe E do LiderA PD para ser aplicado na habitação a custos controlados em Angola, podemos considerar que o tipo de empreendimento mais usual, a que corresponde a classe E do LiderA PD tem as características que se apresentam na tabela 46 da página anterior.

7.2. Comparação dos sistemas BREEAM, LEED e LiderA PD

A seguir faz-se uma comparação do BREEAM, LEED e LiderA PD em termos de contributos para cada um dos pilares da sustentabilidade, ou seja em termos ambientais, económicos e sociais.

7.2.1. Em termos de secções, categorias ou vertentes

Para se fazer esta análise juntou-se os critérios conforme os assuntos, englobando-se assim os diferentes critérios do BREEAM, LEED e LiderA PD. Como o BREEAM e LEED consideram a categoria inovação uma categoria extra, que contribui para a pontuação, mas é uma categoria à parte, esta categoria foi excluída desta análise.

O resultado desta comparação é apresentado na tabela 47, onde as cores indicam os principais impactos, onde a cor verde diz respeito a aspetos ambientais, a amarela a económicos e a azul a sociais.

Tabela 47 - Comparação vertentes/categorias/seções do BREEAM, LEED e LiderA PD

Categorias/ Vertentes	BREEAM					LEED			LiderA	
	Crítérios	Créditos	% máximo	Peso	Importância	Crítérios	Pontos	Importância	Áreas ou critérios	Importância
Ecologia e Uso do Solo	Site Selection	3	25,0%	0,100	2,5%	Sensitive Land Prot.	1	1,0%	Solo	5,0%
	Ecological value of site	2	16,7%	0,100	1,7%	High Priority Site	2	1,9%	Eossistemas Naturais	4,0%
	Minimising impact					Surrounding Density	5	4,8%	Paisagem e Património	2,0%
	Enhancing site ecology	3	25,0%	0,100	2,5%	Site Assessment	1	1,0%		
	Impact on biodiversity	2	16,7%	0,100	1,7%	Site Development-P.	2	1,9%		
	Maximum car parking capacity	2	16,7%	0,080	1,3%					
	Soma vertente				9,7%		11	10,5%		11,0%
Energia	Reduction energy use	15	40,5%	0,190	7,7%	Enhanced Commission.	6	5,7%	Energia	
	Energy monitoring	4	10,8%	0,190	2,1%	Optimize Energy Perf.	18	17,1%	Desenho Passivo	
	External lighting	1	2,7%	0,190	0,5%	Advanced Energy M.	1	1,0%	Intensidade em carbono	11,0%
	Lowcarbon design	3	8,1%	0,190	1,5%	Demand Response	2	1,9%		
	Energy efficient cold st.	3	8,1%	0,190	1,5%	Renewable Energy P.	3	2,9%		
	Energy efficient trans.	3	8,1%	0,190	1,5%	Green Power and Carb.	2	1,9%		
	Energy efficient labo.	5	13,5%	0,190	2,6%					
	Energy efficient equip.	2	5,4%	0,190	1,0%					
	Drying space	1	2,7%	0,190	0,5%					
	Soma vertente				19,0%		32	28,6%		11,0%
Água	Water consumption	5	50,0%	0,060	3,0%	Outdoor Water Use R	2	1,9%	Consumo e fornecimento de água	3,0%
	Water monitoring	1	10,0%	0,060	0,6%	Indoor Water Use R	6	5,7%	Gestão de águas locais	3,0%
	Water leak detection	3	30,0%	0,060	1,8%	Cooling Tower Water Use	2	1,9%	Caudal de reutilização de águas usa	2,5%
	Water efficient equip.	1	10,0%	0,060	0,6%	Water Metering	1	1,0%		
	Water Quality	1	4,0%	0,140	0,6%	Rain Water Management	3	2,9%		
	Soma vertente				6,6%		14	13,3%		8,5%
Resíduos e emissões	Construction waste management	3	30,0%	0,075	2,3%	Bicycle Facilities	1	1,0%	Redes e tratamento de águas residu	2,5%
	Recycled aggregates	1	10,0%	0,075	0,8%	Reduce Paking Footprint	1	1,0%	Caudal de emissões atmosféricas	2,0%
	Operational waste	2	20,0%	0,075	1,5%	Heat Island Reduction	2	1,9%	Resíduos	5,0%
	Speculative floor and ceiling finishes	2	20,0%	0,075	1,5%	Light Pollution Reduction	1	1,0%	Ruido Exterior	1,0%
	Impact of refrigerants	4	30,8%	0,100	3,1%	Enhanced Refrigerant Management	1	1,0%	Polição ilumino térmica	1,0%
	NOx emissions	2	15,4%	0,100	1,5%	Construction and Waste Managem	2	1,9%		
	Reduction of night time light pollutio	1	7,7%	0,100	0,8%					
	Reduction of noise pollution	1	7,7%	0,100	0,8%					
	Soma vertente				12,2%		8	7,6%		11,5%
Conforto	Visual comfort	6	25,0%	0,140	3,5%	Enhanced Indoor Air Quality Strateg	2	1,9%	Qualidade do ar	5,0%
	Indoor air quality	5	20,8%	0,140	2,9%	Low-Emitting Materials	3	2,9%	Conforto térmico	5,0%
	Safe containment in laboratories	2	8,3%	0,140	1,2%	Construction Indoor Air Quality Ma	1	1,0%	Iluminação e acústica	3,0%
	Thermal comfort	3	12,5%	0,140	1,8%	Indoor Air Quality Assessment	2	1,9%		
	Acoustic performance	4	16,7%	0,140	2,3%	Thermal Confort	1	1,0%		
	Accessibility	2	8,3%	0,140	1,2%	Interior Lighting	2	1,9%		
	Hazards	1	4,2%	0,140	0,6%	Dayligh	3	2,9%		
	Private space	1	4,2%	0,140	0,6%	Quality Views	1	1,0%		
	Insulation					Acoustic Performance	1	1,0%		
	Soma vertente				14,0%		16	15,2%		13,0%
Materiais	Life cycle impacts	6	50,0%	0,125	6,3%	Building Life-Cycle Impact Reducti	5	4,8%	Materiais	7,0%
	Hard landscaping boun.					Building Product Disclosure and Op	2	1,9%		
	Responsible sourcing of materials	4	33,3%	0,125	4,2%	Building Product Disclosure and Op	2	1,9%		
	Designing for durability and resilient	1	8,3%	0,125	1,0%	Building Product Disclosure and Op	2	1,9%		
	Material efficiency	1	8,3%	0,125	1,0%					
	Soma vertente				12,5%		11	10,5%		7,0%
Transportes	Public transport accessibility	5	38,5%	0,080	3,1%	Acess to Quality Transit	5	4,8%	Acesso aos transportes públicos	1,7%
	Proximity to amenities	2	15,4%	0,080	1,2%	Green Vehicles	1	1,0%	Mobilidade	1,7%
	Alternative modes of transport	2	15,4%	0,080	1,2%					
	Travel plan	1	7,7%	0,080	0,6%					
	Home office	1	7,7%	0,080	0,6%					
		Soma vertente				6,8%		6	5,7%	
Aspectos socio-económicos	Project brief and design	4	19,0%	0,120	2,3%	Open Space	1	1,0%	Alimentares	3,0%
	Life cycle cost and service life plan	4	19,0%	0,120	2,3%	LEED accredited Professional	1	1,0%	Soluções inclusivas	1,7%
	Responsible construction practices	6	28,6%	0,120	3,4%	Regional Priority	4	3,8%	Diversidade económica	10,0%
	Commissioning and handover	4	19,0%	0,120	2,3%				Amenidades e interação social	6,0%
	Aftercare	3	14,3%	0,120	1,7%				Participação e controlo	3,0%
	Adaptation to climate change	1	10,0%	0,075	0,8%				Custos no ciclo de vida	2,0%
	Functional adaptability	1	10,0%	0,075	0,8%				Gestão ambiental	5,0%
	Soma vertente				17,3%		6	5,7%		30,7%
Inovação	Innovation					Innovation	5	4,8%	Inovação	4,0%
	Soma vertente						5	4,8%		4,0%

Com base na tabela 47 verifica-se que:

- No que diz respeito aos possíveis efeitos com e no local de implantação, ou seja, os relacionados com a ecologia e uso do solo, os modelos atribuem uma importância muito parecida a esta análise, com o BREEAM a dar uma importância de 9,7%, o LEED a atribuir 11 pontos (a que corresponde cerca de 10,5% em termos percentuais). Estes dois sistemas têm preocupações essencialmente ambientais, com o local da construção e uso dos solos e a biodiversidade. O LiderA PD, para além destes aspetos foca a necessidade de existência de planeamento, da existência de potencialidades económicas locais e a necessidade de evitar a propagação de alguns animais que podem colocar em causa a saúde humana;
- No campo da energia as diferenças são muito grandes entre os modelos. O LEED atribui um total de 32 pontos (a que corresponde uma importância de 28,6%), o BREEAM atribui uma importância de 19% e o LiderA PD é o que tem o menor valor, atribuindo 11%. Para o LEED e o BREEAM esta vertente é a mais importante, sendo que para qualquer um deles o critério mais importante tem a ver com a redução dos consumos, através da otimização das soluções propostas, que representam cerca de 40%, ou mais, da importância desta categoria, estando assim relacionada com efeitos ambientais e económicos. O LiderA PD manifesta intenções de redução do consumo de energia, mas também que exista acesso à mesma e/ou que o local tenha condições para aproveitamento de energias renováveis e que estas sejam incluídas no projeto;
- Na água também existem grandes diferenças, essencialmente pela importância que o LEED dá em relação aos outros dois modelos, uma vez que atribui 14 pontos (a que corresponde cerca 13,3%), o LiderA atribui 8,5% e o BREEAM 6,6%. O BREEAM e o LEED consideram que os critérios mais importantes são o que diz respeito às reduções no consumo de água. O LiderA PD para além destes fatores considera a necessidade de existência de água potável e de análises regulares feitas a esta, de modo a garantir a qualidade da mesma;
- No que diz respeito aos resíduos e emissões atmosféricas, o BREEAM é o que dá mais importância (12,2%) seguido de muito perto pelo LiderA (11,5%) e o LEED dá uma importância bastante menor (só atribui 8 pontos, 7,6%). O BREEAM e o LEED consideram como os fatores com maior importância os que dizem respeito aos resíduos de construção. O LiderA considera como mais importante os resíduos, essencialmente, no que diz respeito à recolha, seleção, reciclagem e tratamento, assim como à existência de planos de gestão e de monitorização dos resíduos e do tratamento e valorização local;
- No que diz respeito ao conforto, as variações na importância desta área não são muito grandes, com o LEED a considerar esta a segunda categoria mais importante,

atribuindo-lhe 16 pontos (15,2%), o BREEAM atribui 14% e o LiderA 13%. No entanto o LEED considera como critérios mais importantes os materiais com baixas emissões poluentes e a luz solar, o BREEAM considera como mais importante o conforto visual e, o LiderA considera como fatores mais importantes a qualidade do ar e o conforto térmico;

- No que se refere aos materiais as diferenças são grandes, essencialmente se compararmos o BREEAM com o LiderA, uma vez que o primeiro atribui uma importância de 12,5% e o segundo só 7%. O LEED atribui um valor mais próximo do BREEAM, com 11 pontos (10,5%). Estes dois modelos dão muita importância à análise do ciclo de vida. O LiderA PD não foca este aspeto, porque se destina a PD onde não existem bases de dados nem ferramentas adequadas que permitam fazer esta análise e obter dados confiáveis, considerando antes análises à durabilidade, aos materiais serem locais e a terem baixo impacto ambiental;
- No que diz respeito aos transportes o BREEAM com 6,6% e o LEED com 5,7% (6 créditos) têm valores muito parecidos e consideram como mais importante acesso/existência de transportes coletivos com o intuito de redução das emissões poluentes. O LiderA PD dá uma importância inferior, 3,3%, mas considera importante a existência de acesso aos transportes, nomeadamente, em termos de regularidade dos mesmos, de serem conhecidos os horários e preços.

Para os aspetos socioeconómicos, o LiderA PD é o que dá mais importância, considerando mesmo que esta é a vertente mais importante, com uma percentagem de 30,7%. O BREEAM considera uma importância de 17,3% e o LEED só 5,7%. O LiderA PD considera como área mais importante a Diversidade Económica, a que atribui uma importância de 10%, analisando dentro desta área critérios como; a Flexibilidade-Adaptabilidade aos Usos, a Dinâmica Económica e o Trabalho Local, que têm por objetivo principal analisar o contributo para o desenvolvimento económico sustentável local. No BREEAM esta vertente é a segunda mais importante, no entanto, os critérios avaliam essencialmente aspetos sociais, como a possibilidade de inunção e a existência de um modelo de gestão da construção que seja socialmente responsável. O LEED considera como critério mais importante as prioridades regionais a que atribui 4 pontos (cerca de 3,8% em termos percentuais).

Pelo gráfico apresentado na figura 76, da página seguinte, verifica-se que existem algumas categorias que têm importâncias percentuais muito parecidas, ou seja, com pequenas diferenças e duas com grandes variações, a Energia e os Aspetos Económicos, entre os três modelos. Para além destas variações em termos de categorias também existem variações em termos de efeitos nos três pilares da sustentabilidade. A seguir faz-se essa avaliação.

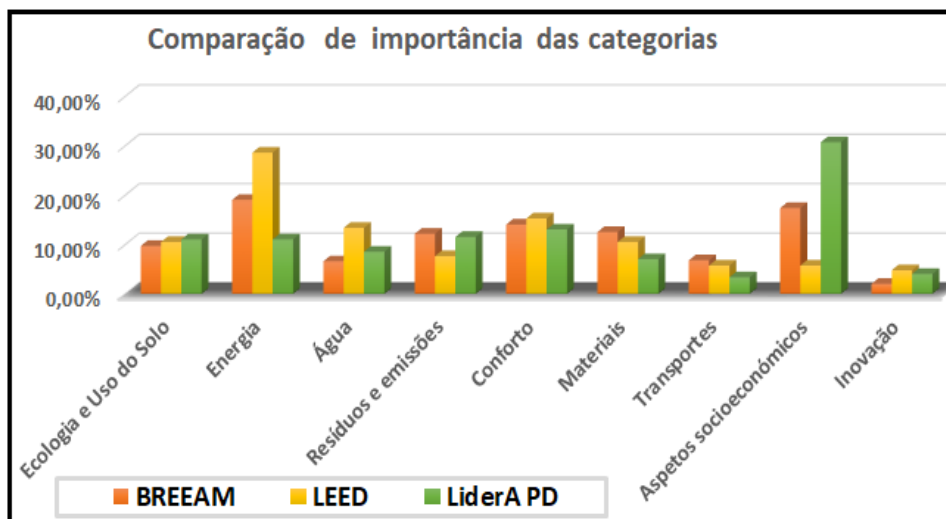


Figura 76 - Comparação de sistemas segundo categorias

7.2.2. Comparação em termos ambientais

Comparando os três modelos em termos de importância ambiental (tabela 48) verifica-se que o BREEAM é o que tem mais fatores de avaliação que tem efeitos ambientais, tendo 283 fatores de avaliação, seguido do LiderA PD, com 152 e por último o LEED com 100. Ao contrário do LEED que atribui já a pontuação final, o BREEAM e LiderA PD têm pesos que variam conforme as categorias ou vertentes e que no final fazem variar a importância para cada um dos fatores analisados e presentes em cada categoria.

Tabela 48 - Importância dos fatores ambientais no BREEAM, LEED e LiderA PD

Modelo / Rubricas	Efeitos	
	Ambientais	Total
BREEAM		
Total de fatores analisados	283	704
Percentual de importância	40,2%	
Percentual de importância corrigido pelos pesos	51,0%	
LEED		
Total de fatores analisados	100	204
Percentual de importância	49,0%	
LiderA PD		
Total de fatores analisados	152	496
Percentual de importância	30,6%	
Percentual de importância corrigido pelos pesos	36,5%	

Como os fatores de multiplicação dão mais importância às categorias e áreas ambientais, a importância final dos fatores com impactos ambientais no BREEAM é de cerca de 51%, no LEED de 49,0% e no LiderA PD é de 36,5%. O BREEAM e o LEED têm assim efeitos ambientais quase idênticos, manifestando assim uma preponderância das análises com efeitos ambientais que são mais importantes para os países desenvolvidos. Este pendor também é indicado pela existência de pré-requisitos que são

fundamentalmente ambientais, com o LEED a ter 10 em 12 pré-requisitos totais e o BREEAM 5 em 9. Também nestes sistemas o número de categorias cujos impactos principais são ambientais, 6 em 8 no LEED e no BREEAM 7 em 10. O LiderA PD das 6 vertentes, só duas são preponderantemente de carácter ambiental, as respeitantes às vertentes *Integração Local* e *Recursos*. No total em termos de áreas e critérios este sistema tem 8 preponderantemente ambientais.

Dos três sistemas o BREEAM é o que tem mais seções preponderantemente ambientais, 7 em 10, as categorias: Energia, Água, Materiais, Resíduos, Ecologia e Uso do Solo, Poluição e Inovação, num total de 29 critérios. O LEED embora em termos finais tenha uma preponderância essencialmente ambiental, só tem 12 critérios que são essencialmente ambientais, têm 26 com efeitos mistos, sendo que destes a maior parte têm efeitos ambientais, assim em termos de categorias têm 6 categorias marcadamente ambientais, num total de 8.

7.2.3. Comparação em termos económicos

Em termos de importância dos efeitos económicos as diferenças em relação aos sistemas não são muitas (tabela 50), dando o BREEAM uma importância de 13,8%, o LEED 25,5% e o LiderA PD 21,0%.

Tabela 49 - Importância dos fatores economicos no BREEAM, LEED e LiderA PD

Modelo / Rubricas	Efeitos	
	Económicos	Total
BREEAM		
Total de fatores analisados	115	704
Percentual de importância	16,3%	
Percentual de importância corrigido pelos pesos	13,8%	
LEED		
Total de fatores analisados	46	204
Percentual de importância	25,5%	
LiderA PD		
Total de fatores analisados	106	496
Percentual de importância	21,4%	
Percentual de importância corrigido pelos pesos	21,0%	

Dos três sistemas só o BREEAM tem uma categoria ou vertente essencialmente económica, a seção *Gestão*, na qual podem existir 107 fatores com efeitos nos diversos pilares da sustentabilidade e destes 67 podem ter efeitos económicos. Estes fatores dizem, essencialmente, respeito a questões económicas ligadas à conceção do projeto/construção, ao desempenho e seus efeitos económicos, nomeadamente, aos custos no ciclo de vida. Para além desta seção do BREEAM manifesta preocupações

económicas em termos de conforto térmico, com a monitorização e consumo de energia, com os consumos de água, a durabilidade e eficiência dos materiais, com a necessidade de ter em conta os possíveis efeitos das alterações climáticas, com efeitos das possíveis inundações e em termos de inovação. No entanto este sistema só tem um critério marcadamente económico presente na seção da Gestão, que é o Man 02 “*Life Cycle Cost and Service Life Planning*”.

O LEED embora tenha mais fatores de análise que dizem respeito a possíveis efeitos principais económicos, com uma percentagem de 25,5%, não tem nenhum critério preponderantemente económico, sendo que os fatores que analisam possíveis efeitos económicos dizem respeito; aos custos associados à energia, à qualidade do ar e da possível emissão de poluentes que possam contribuir para a redução da produtividade, assim como também referente a este possível efeito o conforto térmico, de iluminação e de luz do dia. Para além disso na questão das prioridades regionais estas podem ser definidas com base em efeitos económicos. Não obstante ser aquele sistema que tem mais preocupação com efeitos económicos estes dizem essencialmente respeito aos consumos e a preocupações com a diminuição da produtividade.

O LiderA PD tem um critério essencialmente económico que é o que diz respeito às *Inovações*, através do qual procura fomentar soluções com melhores desempenho, mais económicas, com materiais e desenvolvidas localmente. Para além disso existem possíveis efeitos económicos que são avaliados nos critérios referentes: à *Valorização Territorial* com a promoção da construção onde existam potencialidades económicas; *Desenho Passivo*, procura de diminuição dos consumos referentes ao conforto térmico; *Produção Local de Alimentos*, procura de diminuição dos encargos das famílias com a possibilidade de produção de alimentos; *Flexibilidade – Adaptabilidade aos Usos*, através da possibilidade de espaços para criação de atividades económicas; *Dinâmica Económica*, com o fomento da construção onde existam potencialidades económicas, empregos ou recursos que podem ser aproveitados para a criação destes; *Trabalho Local*, com a geração de empregos durante a fase de construção e manutenção, e; *Custos no Ciclo de Vida*, que procura promover materiais duráveis, com baixos custos de utilização e de produção local. Para além dos referidos este sistema tem 28 critérios cuja aplicação pode ter efeitos económicos, sendo que só 15 critérios é que não têm efeitos principais económicos. No aspeto do pilar económico este sistema procura, essencialmente, contribuir para a redução dos custos de utilização, manutenção e construção, para o fomento da criação de emprego e de atividades económicas relacionadas com a construção, a manutenção, o uso de materiais e soluções construtivas locais, a existência de recursos no local de construção que permitam criar emprego e atividades económicas.

7.2.4. Comparação em termos sociais

A importância dos fatores sociais (tabela 50) é muito importante para qualquer um dos sistemas, sendo aquela que tem mais fatores de análise no BREEAM e no LiderA PD, é a segunda categoria mais importante no LEED. No BREEAM, e a pós o efeito dos pesos de ponderação das categorias passa para segundo lugar de importância a seguir aos aspetos ambientais. No LiderA PD mesmo após a multiplicação pelos fatores de ponderação continua a ser a categoria que é mais importante.

O BREEAM tem duas seções que são preponderantemente sociais, as referentes à *Saúde e Bem-Estar* e *Transportes*. No total este sistema tem 17 critérios marcadamente com efeitos sociais, de um total de 59 critérios, sendo que deste total só 20 não têm possíveis efeitos principais sociais. Os objetivos e efeitos dizem respeito: à adequação do projeto às necessidades, conforto visual, qualidade do ar interior, conforto térmico, acessibilidade, segurança no uso, qualidade da água, transportes públicos e meios alternativos de transporte. Este sistema tem alguns efeitos sociais que podem ser aplicados em PD, mas os principais efeitos dizem respeito a condições existentes nos países desenvolvidos.

Tabela 50 - Importância dos fatores sociais no BREEAM, LEED e LiderA PD

Modelo / Rubricas	Efeitos	
BREEAM	Sociais	Total
Total de fatores analisados	306	704
Percentual de importância	43,5%	
Percentual de importância corrigido pelos pesos	35,2%	
LEED	Sociais	
Total de fatores analisados	58	204
Percentual de importância	35,4%	
LiderA PD	Sociais	
Total de fatores analisados	238	496
Percentual de importância	48,0%	
Percentual de importância corrigido pelos pesos	42,5%	

O LEED em termos sociais manifesta preocupação com: *Localização e Transportes*, com o objetivo de promover a saúde pública, promovendo o uso o exercício e a diminuição da poluição; também com o mesmo objetivo a *Redução da Ilha de Calor*; com a possibilidade de existência de vetores de contágio que afetem a saúde humana em sistemas de climatização; com a qualidade do ar interior e dos materiais terem emissões nocivas poderem afetar a saúde humana; com o conforto térmico e luminoso; com a qualidade das vistas, e com a possibilidade das *Prioridades Regionais* poderem ser atribuídas com base em fatores sociais. Assim os aspetos sociais do LEED têm a ver essencialmente com a saúde humana direta ou indiretamente, estando assim as preocupações sociais mais orientadas para os países desenvolvidos.

O LiderA PD é o sistema que dá mais importância aos fatores sociais. Tem 3 vertentes que são essencialmente sociais, as relacionadas com; *Cargas Ambientais*, *Conforto Ambiental* e, *Adaptabilidade Socioeconómica*. Dos 43 critérios presentes neste sistema só 4 não têm possíveis efeitos diretos em termos sociais, os critérios; *Optimização Ambiental da Implantação*, *Gestão das Águas Locais*, *Durabilidade* e, *Caudal de Reutilização de Águas Usadas*. Os objetivos deste sistema são os de proteger o património e integração local, construir soluções passivas confortáveis e com boa qualidade ambiental interior, contribuir para a diminuição das dificuldades alimentares e de alimentos saudáveis, existência de sistemas de tratamento de água, efluentes e resíduos, com sistemas de reciclagem destes últimos, conforto luminoso, acesso a transportes públicos, acessibilidade para todos, possibilidade de adaptação a diferentes usos que podem permitir a criação de atividades económicas, fomento das soluções construtivas locais com o uso de materiais locais que permitam contribuir para a criação de emprego e de atividades económicas locais, dar possibilidade às populações de participarem nos processos de conceção e construção, diminuir as ameaças existentes e que possam colocar em causa a saúde humana, permitir que as populações locais possam fazer a manutenção e contribuir com a formação para o desenvolvimento social. Este sistema procura assim ir de encontro à necessidade de a construção contribuir para o desenvolvimento social do local onde os projetos são implementados e que estes sejam implementados onde as populações tenham condições para se desenvolverem.

7.2.5. Adequação dos três sistemas aos países em vias de desenvolvimento

Como referido por diversos autores e conforme apresentado no capítulo 3, os PD precisam de fazer uma gestão eficiente dos recursos de modo a manter a biodiversidade, mas que permitam o desenvolvimento económico e social com a melhoria da qualidade de vida e da pobreza através de um melhor acesso aos recursos, com o uso de materiais e tecnologias locais, com o desenvolvimento destas e com uma melhor distribuição da riqueza (Hill & Bowen, 1997; du Plessis et al., 2002; Gibberd, 2003; Gibberd, 2005). Devem contribuir para o desenvolvimento social e económico, devendo assim dar igual ou maior importância aos fatores sociais e económicos em relação aos ambientais.

Os MASAC que foram inicialmente concebidos para os países desenvolvidos precisam de sofrer uma adaptação de modo a que permitindo manter a comparabilidade entre as diversas versões, possam ter mais fatores sociais na análise e atribuição das pontuações. Pelo que se verificou nos capítulos anteriores e como demonstra a tabela seguinte, o LiderA PD indica estar mais preparado para dar um contributo ao desenvolvimento sustentável da construção e da sociedade em geral nos PD, em virtude de dar mais importância aos fatores económicos e sociais (tabela 51 da página seguinte).

Tabela 51 - Comparação dos sistemas BREEAM, LEED e LiderA PD

Modelo / Rubricas	Efeitos			
	Ambientais	Económicos	Sociais	Total
BREEAM				
Total de fatores analisados	283	115	306	704
Percentual de importância	40,2%	16,3%	43,5%	
Percentual de importância corrigido pelos pesos	51,0%	13,8%	35,2%	
LEED				
Total de fatores analisados	100	46	58	204
Percentual de importância	49,0%	25,5%	35,4%	
LiderA PD				
Total de fatores analisados	152	106	238	496
Percentual de importância	30,6%	21,4%	48,0%	
Percentual de importância corrigido pelos pesos	36,5%	21,0%	42,5%	

7.3. Conclusões

7.3.1. Necessidade dos MASAC nos PD e suas características

Os MASAC foram concebidos num determinado contexto, essencialmente indicado para os países desenvolvidos, sendo por isso as condições de análise dedicadas a esse contexto onde os mesmos se inserem. Alguns modelos podem ser adaptados às situações existentes num determinado país ou região. No entanto quando a base deles tem em vista a resolução de problemas dos países originais e nem sempre é possível fazer uma adaptação adequada do modelo base sem alterar princípios base que estão na origem destes modelos. Isto porque as prioridades dos PD são geralmente diferentes das dos países desenvolvidos (du Plessis et al, 2002).

A tabela 52 faz um resumo das necessidades de existirem os MASAC e das características que eles devem ter para serem adequados aos países em desenvolvimento.

Tabela 52 -Necessidade e características dos modelos de análise da sustentabilidade dos PD

Necessidade e características dos modelos de análise da sustentabilidade para os PD
Necessidade de medir a sustentabilidade (Kates et al., 2005), de efeitos provocados no homem e ambiente Forsberg & Malmberg (2004), ajudar os projetistas a escolher estratégias e soluções construtivas, fazendo comparações com soluções base, permitindo o desenvolvimento de construções mais sustentáveis e encorajar novos desenvolvimentos de edifícios e projetos mais sustentáveis (Gibberd, 2003; Lützkendorf & Lorenz 2006; Pinheiro, 2010; Poveda & Lipsett; 2011; Fastofski et al., 2017), permitindo aos intervenientes no processo de conceção e outros interessados, tomar decisões mais sustentáveis (Devuyt et al.,2001; citados por Angelakoglou & Gaidajis, 2015), que podem contribuir para a promoção do desenvolvimento económico local, (Sev, 2011). Devem dar importância aos fatores sociais e económicos, para além dos ambientais, uma vez que nos PD há que ter em conta a escassez de recursos e diminuição da pobreza, melhorando a qualidade de vida das populações (du Plessis, 2001; du Plessis et al., 2002).

As necessidades dos PD estão mais relacionadas com um desenvolvimento económico mais equitativo, criando prosperidade para todos, através de uma melhor distribuição dos recursos e de negócios baseados em princípios éticos, que proporcionem qualidade de vida, tendo em conta os aspetos ambientais e a existência de recursos para as gerações futuras (du Plessis et al., 2002).

7.3.2. A adequação de alguns MASAC aos PD

As Agendas 21 para a construção sustentável tem grandes diferenças entre a dos países desenvolvidos (também chamada *Agenda Verde*) e a dos PD (também chamada *Agenda Castanha*). Logo à partida tem objetivos base diferentes, com a dos países desenvolvidos a referir-se à necessidade de existir um bem-estar que diga respeito ao homem e à natureza, protegendo esta e consumindo menos recursos, com as PD a referir a necessidade de aumentar o bem-estar das populações, essencialmente das classes de menores recursos (que são a maioria) através de um uso mais sustentado dos recursos e da existência de mais e melhores serviços que estejam relacionados com o ambiente (du Plessis et al., 2002). A tabela 53 apresenta a adequação de alguns modelos segundo diversos autores.

Tabela 53 -Adequação de alguns modelos de análise da sustentabilidade aos PD

Adequação de alguns modelos de análise da sustentabilidade para os PD
<p>O BREEAM embora atribua mais importância aos fatores sociais e económicos que outros sistemas, como o LEED, avalia essencialmente fatores ambientais (Marjaba & Chidiac, 2016). O LEED é um sistema que se baseia mais em critérios que permitem atribuir o rótulo de construções verdes que de construções sustentáveis (Marjaba & Chidiac, 2016). O BREEAM permite alterações regionais, mas a sua base tem critérios de análise que são indicados para o seu país de origem (Berardi, 2015; BRE, 2017; Doan et al., 2017), tendo nas variações que permite regionalmente maiores preocupações nas questões ambientais do que o LEED (Suzer, 2015). O SBTTool é um modelo com o objetivo de servir de base para outras entidades desenvolverem modelos de análise da sustentabilidade que possam ser adaptados às condições locais, por entidades governamentais ou outras (Mateus & Bragança, 2011; Larsson, 2012; Larsson, 2016). O SBAT é um dos primeiros modelos que se aplica aos PD, mas não certifica os empreendimentos, sendo um modelo que visa ajudar os projetistas a desenvolverem edifícios mais sustentáveis Gibberd (2003). O LiderA é um sistema português implementado em empreendimentos desde 2005, com utilização em diversos países de língua portuguesa, para os quais tem manuais destinados a orientar a construção sustentável e tem servido de base para o desenvolvimento de outros modelos (Guedes et al., 2009; Pinheiro, 2010; Almeida et al., 2018). O LiderA PD é uma versão que se baseia nas orientações da Agenda 21 para os PD e dá mais importância aos fatores sociais e económicos, estando assim mais preparada para dar um contributo ao desenvolvimento sustentável da construção nestes países.</p>

Estas grandes diferenças existentes entre as Agendas 21, originam a necessidade de revisões profundas aos MASAC ou à formulação de modelos adequados às regiões onde vão ser utilizados. Existem modelos que permitem que se faça escolhas e alterações de modo a adaptá-los a uma determinada região, mas no caso dos PD estas adaptações nem sempre são fáceis em virtude da falta de regulamentos e técnicos que permitam definir

as escolhas dos fatores que se devem aplicar na região. Por sua vez a formulação de modelos novos nalguns PD é difícil devido à falta de condições, em termos de apoios para o estudo e desenvolvimento dos mesmos

No estudo de comparação que se fez nesta tese entre os dois principais modelos e a versão do LiderA PD verificou-se que este modelo é o mais adequado aos PD, até porque o modelo base, LiderA, sofreu alterações de modo a que os seus fatores de análise sigam as orientações indicadas na Agenda 21 para os PD, dando assim maior importância aos fatores sociais, sem negligenciar os ambientais e económicos.

Como o LiderA PD parece ser mais adequado importa testar a sua aplicação e evidenciar o contributo que o modelo dá, ou não, na procura da sustentabilidade, o que se faz no capítulo seguinte.

8. Estudo de caso – Aplicação do LiderA PD ao projeto de requalificação da aldeia Catumbo

Neste capítulo apresenta-se um estudo prático sobre a requalificação de uma aldeia rural, situada em Angola, a cerca de 80 km de Luanda, no qual se aplica o LiderA PD, procurando assim verificar a adequação do mesmo no contributo ao desenvolvimento sustentável. A figura 77 apresentada a seguir esquematiza o desenvolvimento deste capítulo.



Figura 77 – Desenvolvimento do oitavo capítulo

8.1. Enquadramento de Angola e de Catumbo em termos geográficos e de clima

8.1.1. Localização de Angola

O território da República de Angola situa-se a Sul da linha do Equador com a maior parte do seu território entre os paralelos 6° e 18° (excetuando a Província de Cabinda que se situa um pouco mais a norte) e, os meridianos 12° e 24° a Este de Greenwich, no Hemisfério Sul, na parte Ocidental da África Austral, como é apresentado na figura 78 da página seguinte, tendo assim uma localização a que se costuma chamar tropical.

Angola tem uma área de 1.246.700 Km² com muito deste território influenciado pelo Oceano Atlântico, que limita a sua costa ocidental, tendo esta cerca de 1300 km de extensão, está sujeita à influência da chamada corrente fria de Benguela, que percorre a costa sul de África até norte de Benguela, no entanto, a influência desta corrente fria faz-se notar até um pouco a norte de Luanda, tendo esta faixa litoral um clima temperado

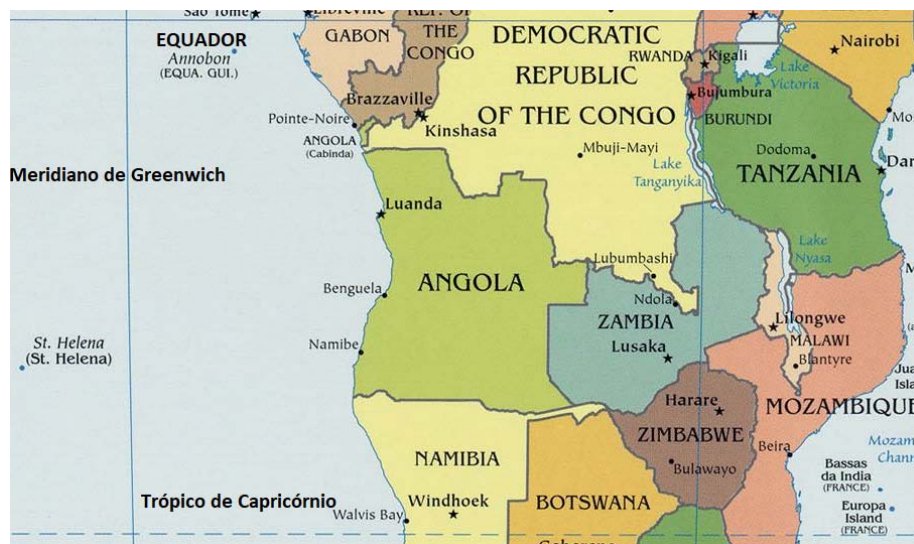


Figura 78 - Localização de Angola (Fonte <http://www.coladaweb.com/wp-content/uploads/mapa-mundi2.jpg>)

A máxima distância ao mar é de cerca de 1300 km, pelo que mesmo na parte leste do seu território se pode notar a influência do oceano. Isto faz com que nas regiões mais interiores o seu clima não esteja sujeito às características mais profundas de um clima continental sujeito a altas variações de temperatura e humidade, como são os climas tropicais de savana.

8.1.2. Enquadramento geográfico de Catumbo

Catumbo é uma aldeia cujas coordenadas de localização são aproximadamente de 8° 24' S e 13° 24' E. Fica situada a norte de Luanda, a cerca de 50 km em linha reta desta e dista cerca de 35 km da sede de município do Caxito que ao mesmo tempo é sede da província do Bengo. A localidade mais importante mais próxima é a Barra do Dande que corresponde à foz do rio Dande e que se situa a cerca de 7 km (figura 79 da página seguinte).

Trata-se de uma aldeia constituída por quatro pequenos aglomerados populacionais que aproveitaram as características morfológicas do terreno para criarem condições de acesso, com base em caminhos de terra e instalarem as suas habitações de cada um dos lados dos caminhos. Estão ligadas por caminhos de terra à estrada principal, em betuminoso, que vai de Sassalemba passa pela Barra do Dande e termina no Soyo.

Fica situada muito próximo do oceano Atlântico tendo uma baía e praia muito próximas, onde desagua o rio Lifune, que serpenteando pelas proximidades cria um pequeno vale que permite ter alguns terrenos mais férteis. Este rio também permite que pequenos barcos de pesca a motor possam ir pescar no oceano. A povoação está orientada em direção ao rio Lifune, acompanhando este no sentido de Este para Oeste,

tendo assim uma orientação nor-noroeste. Em termos altimétricos a povoação está situada numa zona de declive e com os edifícios situados a cotas entre os 40 e 9 m de altitude em relação ao nível do mar.

Os quatros aglomerados populacionais estão dispersos e um deles está dividido em dois ramos, aproveitando as inclinações do terreno. Em todos os aglomerados as casas estão construídas tirando proveito da inclinação do terreno e da facilidade de construção das ruas de circulação, sendo que de uma maneira geral o terreno tem elevada inclinação.



Figura 79 - Localização de Catumbo (fonte Google Maps, 2018)

O terceiro aglomerado encontra-se a cerca de 600 m, no sentido oeste, na continuação da via de circulação existente do lado esquerdo da imagem e, o quarto do lado direito a cerca de 1000 m, mas sem via de ligação direta, tendo esta que ser feita através do retorno à estrada nacional. O terreno tem forte inclinação, variando entre cerca de 6,5% entre o ponto A, que tem coordenadas de 8° 24' 35,0" S e 13° 25' 00,3" E (Igreja Metodista) e o ponto B última casa da rua mais direta, até cerca de 3,9% entre o ponto D e F.

O terceiro aglomerado, não apresentado na imagem, situado nas coordenadas 8° 24' 32,2" S e 13° 24' 08,7" E, ocupa cerca de um hectare e tem menores inclinações. No quarto aglomerado, situado nas coordenadas 8° 24' 23,2" S e 13° 25' 30,8" E as inclinações são de cerca de 3,6%, variando entre cotas de 18 e 9 m de altura em relação ao nível do mar e nele as casas situam-se ao longo de uma rua por cerca de 250 m de comprimento, tendo ligação direta à estrada nacional.

O campo de futebol existente e terrenos adjacentes até perto do rio Lifune, na época das chuvas e quando esta acontece em vários dias seguidos ou com muita intensidade fica alagado. Da Igreja Metodista até à estrada nacional que liga Luanda ao litoral norte de Angola, vai até ao Soyo, também conhecida como estrada para os Libongos, distam cerca de 700 m. A figura 80 apresenta os dois principais aglomerados populacionais.



Figura 80 - Os dois principais aglomerados de Catumbo (fonte Google Maps, 2018)

Os solos nas zonas mais altas e mais sujeitas à erosão têm uma base superficial de pequenas pedras e areia, com poucos inertes finos e também pouca matéria orgânica, a quantidade de inertes finos e da matéria orgânica vai aumentando conforme diminui a altitude em relação ao mar e ao leito do rio Lifune, tendo os terrenos a partir de uma cota de cerca de 12 m uma composição com elevada quantidade de silte e argila. De uma maneira geral os terrenos existentes mostram fraca capacidade de infiltração de águas e com elevada erosão devido às escorrências. Os terrenos mais férteis são os mais próximos do rio Lifune ou locais com pouca inclinação.

8.1.3. Climas de Angola

Angola está assim situada na zona tropical. Tem, no entanto, diversos tipos de clima em virtude da corrente fria de Benguela, como se apresenta na figura 81, da página seguinte. Esta corrente também é a causa da formação do deserto do Namibe, e da pouca precipitação existente na faixa litoral até Luanda (Leal, 1955; Silveira, 1962).

Os principais fatores climáticos que influenciam o clima de Angola são a pressão atmosférica (que influencia diretamente a temperatura), temperatura média do ar e suas variações, humidade relativa, nebulosidade, precipitação, o vento, a diferença de altitude e, a deslocação de oeste para leste com o conseqüente afastamento em relação ao mar nesta mesma deslocação. As zonas climáticas existentes em Angola estão relacionadas com latitude das regiões em relação ao equador sendo que as regiões mais próximas desta linha de delimitação geográfica da terra têm mais precipitação e as zonas mais próximas do trópico de Capricórnio têm menos precipitação porque estão mais sobre a influência da zona desértica do Kalahari. As diversas bacias hidrográficas são também um dos fatores que influenciam o clima e a vegetação em Angola sendo as mais importantes as do Congo, Zambeze, Cuanza e Cunene (Leal, 1955; Silveira, 1962).

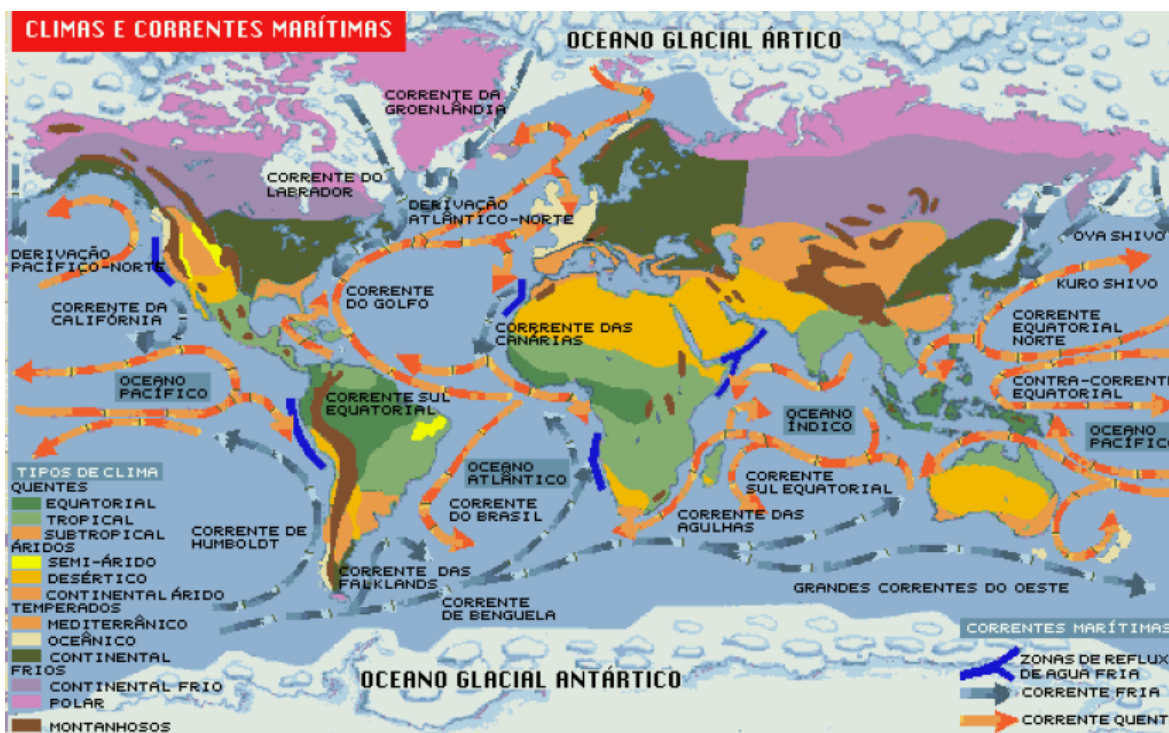


Figura 81 - Climas e correntes oceânicas (fonte Neto, 2003)

Angola tem uma faixa litoral de terras baixas a que segue uma região planáltica. Esta faixa litoral tem uma largura variável que vai de um mínimo de 15 a 20 km na região de Benguela até cerca de 200 km na barra do Kuanza. A região planáltica tem altitudes variáveis sendo que a predominância é de altitudes de cerca de 1000 m. Entre a faixa litoral e região planáltica existem zonas de transição onde a subida para a zona do planalto se faz gradualmente, com exceção das regiões do Kuanza Sul e de Benguela onde esta transição se faz de uma forma repentina através de um relevo bastante escarpado (Leal, 1955; Silveira, 1962).

Angola embora todo o país se situe na zona tropical, tem segundo a classificação Köppen-Geiger diversos tipos de clima (figura 82) que são influenciados por diversos fatores anteriormente apresentados.

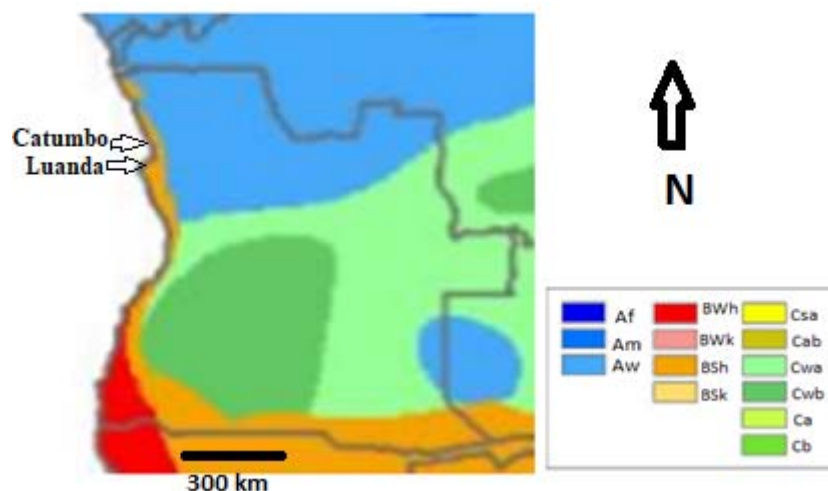


Figura 82 - Mapa climático Angola e Catumbo baseado na classificação de Köppen-Geiger (adaptado de Peel et al., pag. 1638, 2007)

Neste sentido Angola tem os seguintes principais tipos de clima:

- Aw - clima tropical com chuvas no verão, que existe em Cabinda e norte de Angola correspondente de grosso modo às províncias do Zaire, Uíge, Malanje, Lunda Norte e Kwanza Norte exceto numa faixa litoral das províncias do Zaire e Kwanza Norte. Também tem este clima a região dos municípios de Lumbala, Chiume da província do Moxico (região afetada pelos rios da bacia do Zambeze;
- BWh - clima árido e desértico seco e quente, na província do Namibe e numa faixa do litoral da província de Benguela;
- BSh - clima árido de estepe seco e quente, na faixa litoral a partir de Benguela e até um pouco antes do Soyo e na região de fronteira com a Namíbia;
- Cwa - clima temperado quente com chuvas de verão e verão quente, na região leste do país, nas províncias de; Lunda Sul, sul de Malanje, Moxico, Cuando Kubango e numa faixa da região centro das províncias do Kwanza Sul e Benguela, (excepto região de fronteira com a Namíbia) ou seja na região planáltica compreendida entre as altitudes de 900 a 1500 m;
- Cwb - clima temperado quente com chuvas de verão e verão temperado na região do planalto central com maior altura altimétrica nas províncias do Huambo, Huila, Bié e Cunene (exceto na região de fronteira com a Namíbia).

As classificações acima apresentadas referem-se a regiões agrupadas numa tipologia climática, pelo que em termos locais podem existir variações, microclimas, que, no entanto, não alteram a classificação climática da região.

8.1.4. Enquadramento de Catumbo em termos de clima

A exemplo de Luanda, cujo diagrama psicométrico se apresenta na figura 83, Catumbo tem um clima, que segundo a classificação de Köppen-Geiger corresponde à classe BSh - clima árido de estepe seco e quente, com duas estações, uma quente e com alguma chuva e outra seca e de temperatura um pouco mais baixa. Ainda está sujeita à corrente fria de Benguela que influência o seu clima e que levam a que as temperaturas sejam mais suaves e a que haja pouca pluviosidade (Silveira, 1971).

Luanda

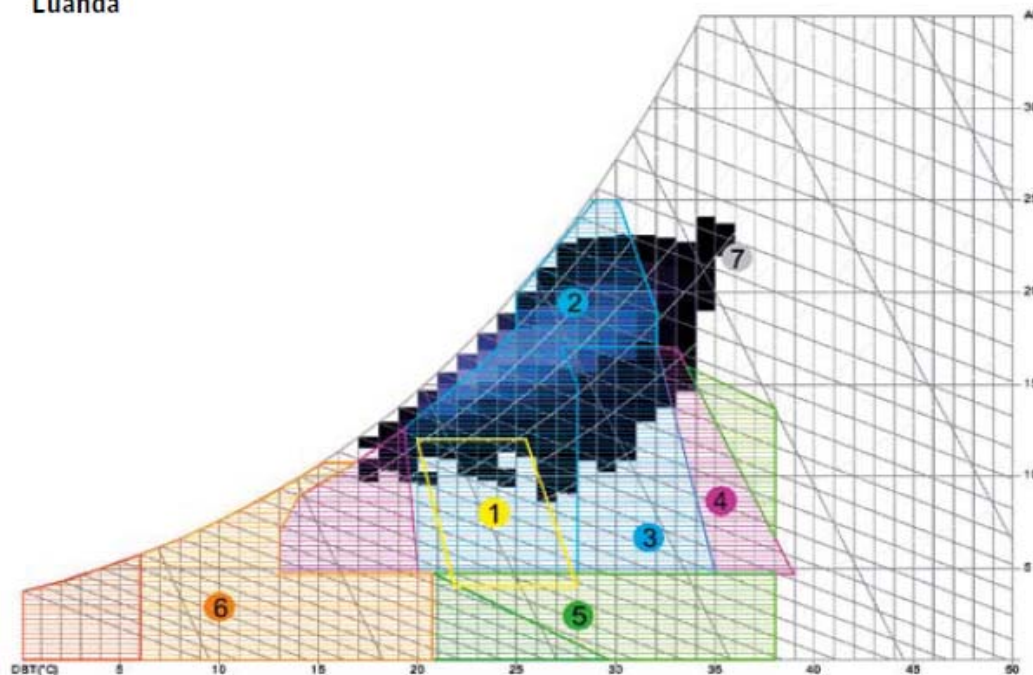


Figura 83 - Diagrama psicométrico de Luanda (fonte Guedes et al., 2012)

A temperatura média anual é de 25 °C, sendo a média anual da máxima de 29 °C e a mínima de 20 °C. Há assim um intervalo de temperatura que pode chegar a cerca de 9 °C, no entanto, os valores deste intervalo são geralmente menores essencialmente nos meses mais frescos. Os meses mais quentes são os de Novembro a Abril, com o mês mais quente a ser geralmente o de Março, onde a temperatura média mensal pode chegar a quase 29°C, (Silveira, 1971). Os meses mais frescos são os de Junho a Setembro, com o mês mais fresco a ser geralmente o de Julho, com temperaturas média que pode chegar próximo dos 22°C. A humidade relativa é elevada durante quase todo o ano, com uma média de 79%. A precipitação é pequena e manifesta-se em poucos dias do ano, podendo, no entanto, ser de forte intensidade quando ocorre. Em termos médios anuais é de cerca de 500 mm e manifesta-se entre Outubro a Maio, com especial incidência em Março e Abril (Silveira, 1971).

Silveira (1971) refere que a Barra do Dande tem uma temperatura ligeiramente superior à de Luanda, em cerca de 1°C, mas como os dados referidos por este autor se referem às décadas de quarenta a sessenta do século XX e nessa altura Luanda era um aglomerado populacional muito menor e com menor efeito de ilha de calor, os dados atuais podem ser ligeiramente inferiores aos de Luanda, cujo diagrama psicrométrico anteriormente se apresentou, em virtude de atualmente não existirem dados referentes à Barra do Dande ou Catumbo.

8.2. Enquadramento económico, ambiental, social e habitacional de Angola e de Catumbo

8.2.1. Económico

8.2.1.1. De Angola

Angola é um país que faz parte da SADC (Southern African Development Community-Comunidade de Desenvolvimento da África Austral), sendo em termos económicos o segundo país mais importante desta comunidade, a seguir à África do Sul. Tem uma população de cerca de 25 milhões de habitantes (dados referentes a 2015), com uma taxa de crescimento de cerca de 3,23% ao ano. Um pouco mais de 20% desta população vive na capital, Luanda, cuja taxa de crescimento é superior à da taxa de crescimento da população do país em geral. A população urbana é de cerca de 50% da população total, mas a taxa de urbanização é muito baixa, em virtude da falta de infraestruturas de muitos dos aglomerados populacionais.

O PIB por pessoa é de cerca de 4.102 USD e a taxa de população que vive abaixo da linha de pobreza é de cerca de 36%. Em termos de indicador de desenvolvimento humano pertence aos países que têm um indicador de desenvolvimento baixo, estando na posição 149, de um total de 188 países, estando a 5 lugares de entrar para o grupo dos países de índice médio. Cerca de 50% da população têm até 15 ou menos anos de idade e as famílias têm em média 5 pessoas. A principal fonte de receitas do governo assim como a principal fonte de exportação e de divisas é a resultante da exploração de recursos naturais como o petróleo e os diamantes. Como Angola tem uma área de cerca de 1.246.700 km², é o sexto maior país de África, tem uma densidade de ocupação baixa, no entanto esta é elevada nas principais zonas urbanas, onde existe uma elevada concentração de pessoas e muitos bairros (musseques) com falta de infraestruturas (SODEPAC, 2012; PNUD, 2015; CAHF, 2016).

Angola teve um elevado crescimento da economia a seguir ao final da guerra civil, com taxas médias de cerca de 7% ao ano entre 2002 e 2014. Não obstante este crescimento

elevado a capacidade de produção agrícola e industrial ainda é muito pequena e não consegue satisfazer as necessidades de mercado, importando a maior parte dos produtos que necessita. Com a queda dos preços do petróleo Angola viu-se sujeita a uma forte redução da sua capacidade de obtenção de divisas e algumas limitações na importação de alguns bens o que criou problemas de inflação, que nem sempre foram acompanhadas de aumentos dos salários, o que originou uma quebra do poder de compra nalgumas pessoas.

A falta de capacidade da diversificação da economia, e da capacidade de produção de bens e serviços, segundo Hodges (2003), citado por Pinto (2008) deve-se: à degradação das infraestruturas existentes devido ao período de guerra civil que criou também insegurança e falta de condições para a deslocação de pessoas e bens, com a existência de muitos locais minados, o que origina elevados custos de deslocações; à falta de mão-de-obra qualificada, sendo que a mais qualificada geralmente é absorvida pela indústria petrolífera ou pelos departamentos do Estado; à instabilidade e insegurança devido às constantes mudanças de legislação e à transição de uma economia centralizada para uma economia de mercado, que tinha limitações à concorrência; aos problemas com a posse dos meios de produção, nomeadamente, as terras que poucas vezes têm registos oficiais e definitivos, o que originam ocupações, expulsões e outros conflitos, ; a abundância de divisas que originou uma moeda local forte e a elevada capacidade de compra nos mercados externos de bens e serviços, o que originou a falta de competitividade dos sectores produtivos locais que devido às condicionantes tinha fatores de produção mais elevados que os produtos importados.

A falta de capacidade de produção de alimentos (FAO, 1996) deve-se ao abandono das propriedades existentes na era colonial, uma vez que antes da independência Angola era excendentária em bens alimentares e, à degradação das condições de produção e comercialização que, primeiro com o sistema centralizado implementado a seguir à independência e depois a guerra civil, originaram uma forte queda na produção agrícola e na capacidade de comercialização dos produtos localmente produzidos.

8.2.1.2. De Catumbo

Em termos económicos Catumbo é uma aldeia, inserida na comuna do Dande que tem como principais atividades a agricultura e pesca artesanal, feita em pequenos barcos a motor que se abrigam no rio Lifune a algumas dezenas de metros da praia (figura 84 da página seguinte), com o peixe a ser vendido na Barra do Dande ou para ser seco no local e posterior venda. A pesca é feita com pequenos barcos a motor no mar, que se abrigam no rio Lifune.



Figura 84 - Local de abrigo no rio Lifune dos barcos de pesca

A agricultura é essencialmente de subsistência. Nas proximidades da aldeia no tempo colonial existiu uma fábrica de óleo de palma e um mercado de compra de algodão em rama e uma unidade que fazia a secagem, separação e enfardamento do algodão, unidades que pertenciam à mesma empresa. Com o surgimento da guerra civil estas unidades foram abandonadas e hoje estão em ruínas.

Não existe no local ou nas proximidades atividades económicas relevantes que gerem emprego, para além de alguns pequenos estabelecimentos comerciais e da escola, sendo que as mais próximas se situam a algumas dezenas de quilómetros de distância, ou seja mais próximo da sede de província, Caxito, província do Bengo ou nas proximidades desta e junto à estrada nacional que liga o Caxito a Luanda, essencialmente, a caminho desta, onde nos últimos tempos se têm instalado algumas empresas, uma vez que havia a ideia de fazer na Barra do Dande o futuro porto da região de Luanda.

A povoação mais importante mais próxima é a Barra do Dande, mas esta também depende da pesca, embora aqui devido ao rio Dande ser maior e ter capacidade de suportar barcos maiores, já há barcos de pesca maiores do tipo traineiras. O peixe de maior valor é vendido localmente a compradores que o levam para as localidades importantes mais próximas. O de menor valor, ou quando não há compradores, é seco ao sol, mas em condições muito precárias. Nesta povoação também existe uma feira permanente onde se vendem os produtos da pesca e alguns produtos agrícolas locais. Em termos de comércio existem algumas pequenas unidades comerciais e alguns restaurantes, mas a maioria de carácter temporário e precário, com funcionamento feito essencialmente ao fim de semana e dias feriados, que são onde têm mais clientes que vem da região de Luanda. Em termos industriais não existem atividades relevantes que contribuam para o emprego local, nesta povoação Barra do Dande.

Como não existem transportes públicos no local e são muito poucos os que passam na estrada principal, as deslocações são feitas com recurso às chamadas moto-táxi, sendo assim esta uma das atividades que também existe na aldeia.

O rio Lifune forma um pequeno vale que em alturas de muita chuva fica com terrenos alagados o que permite que estes terrenos sejam férteis, no entanto são áreas pequenas e devido à falta de sistemas de rega, os outros terrenos são pouco produtivos, sendo que muitos deles devido a serem terrenos de encosta e estarem sujeitos às queimadas e à erosão são terrenos que têm poucos elementos finos e reduzida matéria orgânica. O rio Lifune é um rio permanente cujo caudal varia em função da pluviosidade, sendo maior na época das chuvas e menor no período do cacimbo. Mesmo nesta altura do ano o caudal é razoável, medição feita junto à foz permitiu estimar um caudal de cerca de 600 litros por segundo, o que permitia no tempo em que a unidade de valorização do algodão fizesse aproveitamento do desnível e do caudal para produzir alguma energia para fazer movimentar alguns equipamentos fabris, existindo no local um pequeno açude que fazia desviar a maior parte do caudal. Em levantamento feito no local este açude fica situado a uma cota altimétrica de cerca de 25 m em relação ao nível do mar, os vestígios do local onde era captada a força da água tem uma altimetria de cerca de 19 m, existindo assim um desnível de 6 metros.

8.2.2. Ambiental

8.2.2.1. De Angola

Em termos ambientais Angola tem diversos problemas sendo que na maior parte das zonas urbanas, essencialmente nos musseques, não existem sistemas de recolha e de tratamento de efluentes e algumas vezes até de recolha de resíduos sólidos. Os sistemas de tratamento destes são sistemas ineficientes e com elevados impactos ambientais, nomeadamente, a poluição dos recursos aquícolas existentes nas proximidades dos grandes aglomerados populacionais e a diminuição da qualidade do ar. Em face deste problema há uma grande prevalência de doenças transmitidas por vetores como os mosquitos e a ingestão de águas inquinadas, com especial incidência da malária e as doenças diarreicas (Magalhães et al., 2013).

Uma das principais fontes de energia, essencialmente para cozinhar, é a que tem origem na biomassa, que em termos urbanos é utilizada como carvão vegetal, quer por falta de outras condições ou por hábitos e opções de confeção de certos alimentos, em termos rurais é geralmente usada diretamente a biomassa sobre a forma de lenha apanhada ou cortada. Esta fonte de energia é uma das responsáveis pela diminuição da área florestal, estimando-se que em média por pessoa consuma por ano 1m³ de biomassa na forma de lenha (ou o equivalente em carvão). Muitas das populações rurais dependem do fabrico de carvão vegetal para a obtenção de rendimentos, mas os sistemas de produção de carvão vegetal são pouco eficientes e o abate das árvores causa deflorestação, estimando-se que para a reposição haveria a necessidade de fazer a florestação de mais

de 53 mil hectares para repor o stock, o que não acontece. Em muitas das povoações rurais a agricultura é feita sem recurso a sistemas de adubação orgânica ou química, recorrendo os agricultores às queimadas que fazem de terrenos florestais para implantar os campos agrícolas. No entanto as reservas de nutrientes que conseguem com este sistema duram pouco tempo, ao fim de alguns anos estes terrenos ficam esgotados. As queimadas originam processos de erosão com as chuvadas o que leva a uma diminuição mais rápida dos nutrientes e a processos de desertificação. Para além destes problemas existem outros como a exploração ilegal e descontrolada de madeiras, essencialmente nas regiões onde a madeira é de melhor qualidade para a construção e exportação, a diminuição da precipitação atmosférica causada pelo aumento global da temperatura e outros (FAO, 1996; Pinto, 2008; FAO, 2012; SODEPAC, 2012).

Angola tem algumas espécies da fauna e flora ameaçadas por problemas de sobre exploração ou por problemas de poluição e alterações climáticas. Em virtude da desflorestação, da remoção das camadas vegetais e da alteração das linhas de água, também surgem problemas de erosão dos solos com alguns problemas urbanos de degradação e existência de ravinas e outros que às vezes colocam em causa habitações e infraestruturas. Embora Angola tenha cerca de 35% do seu terreno classificado como área florestal, só 2% são áreas que têm terrenos com boas condições e podem ser consideradas áreas de floresta produtiva. Em termos de plantas que são sobre exploradas e que estão em risco de extinção é de referir algumas como as árvores de melhor qualidade de madeira de construção, (*Pterocarpus angolensis*, *Marquesia macronoa*, *Guibourtia colcosperma*, *Pericopsis angolensis*, *Erythropheum africanum*, *Albizia antunesiana*, *Faurea speciosa*), mas também algumas espécies medicinais e que servem para a alimentação (*Cochlospermum angolensis* - burututu, *Myrothamnus flabellifolius*, *Lannea antiscorbutica* - pau macumbi), e outras (FAO, 1996).

8.2.2.2. De Catumbo

Devido à falta de infraestruturas, nomeadamente as referentes; à rede de água de drenagem de águas pluviais, rede de recolha e tratamento de efluentes, rede de recolha e de tratamento de resíduos, existem problemas de degradação da qualidade de vida, de contaminação e de erosão de solos.

A praia existente nas proximidades devido ao efeito da enseada tem problemas de acumulação de detritos, maioritariamente os que são trazidos pela corrente marítima (que é no sentido sul-norte), como “plásticos” e outros. Foi construído há pouco tempo no local uma pequena exploração turística com quartos, figura 85 da página seguinte, no entanto não foi acabada e devido a ter sido construída demasiado junto à praia, está em

perigo, tendo mesmo algumas das habitações sido invadidas pela água do mar nas marés mais fortes.



Figura 85 - Tentativa de aproveitamento turístico da praia

Devido à falta de meios de drenagem de águas pluviais para locais adequados, formam-se algumas zonas de águas estagnadas onde vão parar detritos, ficando assim rapidamente poluídas e são uma fonte para a propagação de doenças.

A falta das redes de drenagem de águas pluviais e de esgotos origina que as pessoas despejem as águas na rua, e que as crianças andem a brincar e a apanhar restos no meio da rua, assim como também os animais. Tem alguns locais de águas paradas onde vão desaguar estes detritos, como mostra a figura 86.



Figura 86 - Águas contaminadas junto ao rio Lifune

Muitos dos solos locais estão contaminados devido à deposição dos lixos que geralmente são depositados nos terrenos próximos das habitações, como se pode ver na figura 87 da página seguinte, com várias camadas de deposição. A amanha do peixe para secar é feita em condições muito precárias, sendo também os detritos destes

depositados nos solos. Isto e a secagem que é feita diretamente ao sol sem qualquer proteção levam à proliferação de moscas e mosquitos. O rio Lifune tem nas suas margens uma vegetação densa constituída principalmente por bambus e próximo da foz formam-se pequenos mangais que se prolongam até á foz do rio.



Figura 87 - Produção de adobes e escavação mostrando a deposição de lixos nos solos

8.2.3. Social

8.2.3.1. De Angola

Em termos sociais existe uma grande diferença nos rendimentos, com as classes de maiores rendimentos com elevado poder de compra e as classes de menores rendimentos vivendo abaixo do limiar de pobreza. Por sua vez existe uma grande diferença entre os rendimentos obtidos nas principais zonas urbanas e nas zonas rurais. Entre as principais zonas urbanas também existem diferenças com Luanda a ter em muitos casos salários mais elevados que as outras cidades. Muitos dos problemas têm origem nos conflitos a que Angola esteve sujeita durante mais de 40 anos, primeiro com a guerra de libertação colonial e posteriormente com a guerra civil que arruinou muitas das infraestruturas existentes do período colonial. Após o final da guerra civil, em 2002, e devido ao aumento das receitas com a exportação de recursos naturais, como o petróleo e diamantes, a economia cresceu, tendo aumentado cerca de 10 vezes, mas este aumento não beneficiou por igual toda a população, continuando as classes mais baixas nas zonas urbanas e a maior parte da população rural com baixos rendimentos e muita abaixo do limiar de pobreza. As condições existentes em termos de acesso a serviços de saúde, água, energia, saneamento, ensino e apoio a problemas de alimentação

melhoraram nos últimos anos, no entanto ainda existem muitas falhas que originam problemas como: elevadas taxas de má nutrição, em zonas rurais mas também em zonas urbanas; elevada prevalência de doenças, nomeadamente, as infecto contagiosas como a malária, cólera, as infeções gastro intestinais, helmintíases e outras provocadas por contacto ou ingestão de alimentos e águas contaminadas, também as doenças pulmonares (causadas essencialmente pela má qualidade do ar no interior dos edifícios); a má nutrição, essencialmente causada pela falta de uma alimentação adequada com a carência de vitaminas e de minerais que favorecem a existência de doenças, essencialmente nos grupos mais debilitados, como as crianças, grávidas, idosos e pessoas que necessitam de cuidados especiais, manifestando-se esta má alimentação em termos rurais mas também em termos urbanos (Sousa-Figueiredo et al., 2012; Magalhães et al., 2013; Cain, 2014; FAO, 2015; CAHF, 2016; Cain, 2017b).

8.2.3.2. De Catumbo

Conforme dados foram recolhidos no local por Oliveira & Matos (2016), a aldeia conta com cerca de 1000 habitantes dispersos em três aglomerados principais. Os aglomerados populacionais são constituídos em média por 6 pessoas, havendo, no entanto, famílias que chegam a ter 10 elementos. A exemplo de Angola a população é maioritariamente jovem. No entanto muitos destes após o término do ensino primário começam a trabalhar e muitos chegam mesmo a abandonar a aldeia para procurar melhores condições noutros locais, como Luanda. Neste sentido em termos de habilitações predomina o ensino primário.

Em termos de equipamentos sociais, segundo levantamento feito no local por Oliveira & Matos (2016) e acompanhado pelo autor deste trabalho, existem no local:

- Uma escola primária em funcionamento e uma nova sala de aulas em construção, que atendem cerca de 120 alunos em dois turnos distribuídos por 2 salas mais uma em construção;
- Um posto de saúde com três camas, mas que quase sempre está fechado e que atende para além desta aldeia as localidades mais próximas;
- Um campo de futebol de terra batida junto ao caminho para a praia.

Não existem outros equipamentos ou infraestruturas sociais, excetuando alguns edifícios destinados a igrejas, como o da Igreja Metodista, Igreja Católica e outros locais de culto menores. Não existem transportes públicos, recorrendo as pessoas aos moto-táxis ou fazem os percursos a pé.



Figura 88 - Falta de drenagem de águas pluviais e resíduos no meio da rua

Não tem rede de drenagem e de tratamento de esgotos, assim como rede de distribuição de água e de energia (figura 88). A população local associa esta falta destas infraestruturas ao elevado nível de mortalidade infantil e ao elevado índice de doenças infectocontagiosas, associadas ao consumo de água diretamente do rio sem qualquer tratamento e à existência de elevado número de vetores de transmissão, como os mosquitos e outras resultantes de águas e solos contaminados. As ruas são de terra batida sem sistemas de drenagem de redes de água pluvial, o que devido ao declive do terreno cria problemas de erosão de solos e até nas habitações que geralmente são construídas muito próximo da rua e têm pouco desnível em relação a esta (Oliveira & Matos, 2016).

Em termos de organização social a aldeia em tempos teve um reinado, ainda existindo hoje a figura da rainha, que, no entanto, tem pouco poder em termos políticos e sociais e que nem sequer é a figura mais importante da aldeia, pelo menos em termos económicos (Oliveira & Matos, 2016).

8.2.4. Habitacional

8.2.4.1. De Angola

Angola é um país maioritariamente de clima tropical por essa razão as necessidades de abrigo, fornecidas pela habitação, dizem essencialmente respeito à proteção da chuva e da incidência direta dos raios solares, com aproveitamento das correntes de ar para ventilação. Por esta razão a construção tradicional existente até há época da colonização era caracterizada maioritariamente por construção de caráter precário que utilizavam materiais locais, predominando a tecnologia do pau-a-pique, com coberturas de capim

(Redinha, 1964). Esta construção ainda hoje se faz nas regiões rurais, com as tecnologias ancestrais cujo conhecimento passa de geração para geração.

A construção em Angola, essencialmente em Luanda que era o principal local de permanência dos colonizadores, inicialmente utilizava-se os sistemas construtivos e tecnologias oriundas de Portugal com uma adaptação aos materiais locais e às possibilidades da mão-de-obra, sofrendo posteriormente uma adaptação às condições climáticas dos locais, notando-se esta influência a partir do fim do século XVII. A principal técnica de construção utilizada inicialmente em Angola foi a taipa, que posteriormente se adaptou melhor às características climáticas da região, aumentando a espessura, criando melhor isolamentos ao nível da cobertura com a introdução de forros de madeira e o prolongamento dos telhados para evitar a incidência direta dos raios solares nas paredes, aumentando o pé-direito e os vãos que associados a uma melhor orientação em relação ao sol e ventos, assim como a possibilidade de estes atravessarem a habitação lhes permitia ter ventilação cruzada (Martins, 2000).

Com o início da guerra de libertação colonial o Estado Novo fomentou o desenvolvimento das colónias com apoios como a criação de isenção de impostos, a descida de taxas de juro no crédito imobiliário (Cruz, 2012). O desenvolvimento da construção dá-se com a influência das ideias da Carta de Atenas e de arquitetos famosos como Le Corbusier que criaram o Movimento Moderno, influenciaram alguns arquitetos que trabalharam em Angola que estudaram e trabalharam com este arquiteto, como Vasco Vieira da Costa, Simões de Carvalho e outros que aplicaram as ideias deste movimento aos seus trabalhos, sendo o expoente máximo o edifício projetado por Vasco Vieira da Costa para escritórios na Mutamba que é hoje a sede do Ministério das Obras Públicas, onde ele aplica um vasto conjunto de ideias que se devem aplicar ao clima tropical e essencialmente à construção em Luanda. Outro exemplo era o antigo Mercado do Kinaxixe (Martins, 2000).

Depois da descolonização e com o início da guerra interna, esta preocupação que se manifestou nos arquitetos modernistas, desaparece, desaparecendo assim a preocupação com a existência de espaços verdes, com a orientação dos edifícios em relação aos ventos dominantes (ruas orientadas a Sudoeste) e à posição em relação ao sol, dando lugar a uma construção baseada em modernas torres de aço, betão, alumínio e de vidro (Martins, 2000).

Não obstante o desenvolvimento da indústria de construção que se deu no período da guerra colonial, com aparecimento de propostas inovadoras onde o caráter racista começava a ser posto de parte, em alguns casos, os povos locais têm muita dificuldade em obter habitações condignas. Os musseques multiplicam-se e vão se afastando cada vez mais do centro da cidade, porque são expulsos pela expansão desta como

consequência da construção de novos bairros na cidade e, também porque a população deles continua a aumentar, continuando assim a existir uma polarização racial e de classe (Martins, 2000).

Segundo Sampayo et.al (1973), Angola em 1968 já possuía falta de habitação da ordem de 1.100.040 habitações, sendo que nesta data a população considerada abrigada era da ordem de 33% do total da população. Para além do aumento da população quer em termos demográficos quer em termos de deslocação para as cidades o problema da habitação em Angola está na pequena quantidade do parque habitacional construído pelas gerações anteriores. Assim o problema da habitação condigna de acordo com os padrões ocidentais, em Angola é um problema que sempre existiu (Sampayo et.al, 1973).

Em contraste com a construção projetada, a construção existente nos musseques é uma construção precária que não se rege por qualquer princípio bioclimático, inicialmente as construções eram feitas com alguma organização, com ruas em terra batida, com as casas com quintal com espaços vazios, com uma densidade que ainda permitia ter alguma ventilação. A falta de condições de higiene manifesta-se através da existência de águas paradas, falta de esgotos, muitas vezes estes correm a céu aberto, na falta de iluminação, na promiscuidade (Pepetela, 1990).

O problema da habitação foi-se agravando desde o final da década de 70 do século XX em virtude da guerra, com muitas das populações do campo a se refugiarem nas cidades, originando a sobrelotação das casas e imensos assentamentos irregulares. A sobrelotação das habitações com a conseqüente sobrelotação das infraestruturas é um problema que afeta as grandes cidades, nomeadamente, Luanda onde segundo dados do PNUD (2005), há cerca de 43% de casas em que dormiam por quarto quatro ou mais pessoas.

Em termos de habitação a capacidade da maioria da população em aceder à habitação promovida pelas entidades particulares é diminuta (1,3%) em virtude dos elevados preços da habitação. Este elevado preço está relacionado com os preços dos fatores de produção, incluindo especialmente, o terreno e os materiais de construção. O fraco rendimento médio mensal das famílias, impede a compra de habitações pela maior parte das famílias, assim como muitas vezes também impede a compra de terrenos e materiais adequados à autoconstrução que é o modelo dominante. O rendimento das famílias das zonas rurais ainda é mais baixo uma vez que a média é inferior em mais de 40% em relação aos salários urbanos (CAHF, 2016). Segundo esta mesma organização em 2012 Angola necessitava de cerca de 2 milhões de habitações, referindo também que cerca de 90% das habitações existentes em meios urbanos tinha problemas de condições de

habitabilidade, nomeadamente, os referentes ao fornecimento de água, energia e saneamento.

8.2.4.2. De Catumbo

No conjunto dos aglomerados que formam a aldeia existem cerca de 120 habitações. As habitações existentes são na maior parte construídas em terra, em blocos de adobe, mas também existem construções de terra em pau-a-pique (tabique), assim como em blocos de argamassa de cimento. Este tipo de construção tem aumentado nos últimos anos, mas mesmo assim muitas famílias dizem que não conseguem ter capacidade de comprar os materiais de construção.



Figura 89 - Precariedade das habitações e das ruas

Assim as habitações são construídas conforme as posses de cada família, que vai tentando melhorar, conforme as suas disponibilidades. Quase todas têm problemas resultantes da falta de conhecimento e da utilização de pormenores construtivos adequados à construção em terra. Os principais problemas dizem respeito; à falta de fundações adequadas, ao pequeno desnível em relação à rua, falta de reforços nas zonas de portas e janelas, pouco prolongamento dos telhados, falta de revestimentos, pouca qualidade dos adobes e terras utilizadas (embora no local exista terra adequada), como se pode ver na figura 89.

As habitações podem ser consideradas quase todas precárias, sem condições de habitabilidade, até porque para além da falta de água e de saneamento, a maior parte não têm instalações sanitárias. Para além disso os problemas de má execução levam a que a durabilidade seja reduzida, chegando a ter habitações que duram três anos.

Em levantamento feito referente às possibilidades de o solo local ser adequado para a construção em terra Oliveira & Matos (2016) confirmaram através de teste feitos em laboratório que o local tem solos que desde que sejam selecionados e tomadas algumas medidas para melhorar a sua composição, como por exemplo fazer peneiramento e juntar solos de diferentes tipos existentes no local, podem ser utilizados para a construção em terra.

8.3. Projeto integrado de desenvolvimento de Catumbo

8.3.1. Análise da situação existente

Conforme apresentado em capítulo anterior referente à caracterização do local a aldeia tem imensos problemas e necessita de propostas de planeamento e de desenvolvimento da aldeia que procurem a resolução dos problemas com que a afetam. Para além dos problemas referentes à inexistência de infraestruturas, da falta de equipamentos sociais, também há a necessidade de melhorar a formação da população em termos de técnicas relacionadas com a agricultura, construção, pescas e aproveitamento de outras potencialidades económicas, assim como com os cuidados ambientais e outros assuntos que estejam relacionados com as propostas de desenvolvimento sustentável. Para além disso há que procurar resolver os problemas ambientais relacionados com o tratamento de efluentes e de resíduos, que originam degradação ambiental e proliferação de vetores de doenças infectocontagiosas, que provocam a alta taxa de mortalidade infantil e a alta prevalência de doenças. A falta de uma rede de abastecimento de água potável é outro dos fatores muito importantes uma vez que as populações estão a utilizar a água diretamente do rio Lifune.

A fuga dos mais jovens para o grande aglomerado populacional próximo que é a zona metropolitana de Luanda é uma causa da falta de oportunidades de emprego e do interesse em viver numa povoação com a qual não se identificam em virtude da falta de infraestruturas que originam fracas condições sociais e por consequência de adequação para se viver.

Em termos de potencialidades que podem ser aproveitadas estas têm a ver com os recursos naturais existentes que podem ser potenciados de forma a que contribuam para o desenvolvimento sustentável.

8.3.2. Análise SWOT

Conforme a proposta de modelo de Amado et al. (2011) a seguir elabora-se uma matriz SWOT (tabela 54, da página seguinte) da aldeia para ajudar a definir as possíveis estratégias de planeamento e desenvolvimento sustentável.

Tabela 54 - Matriz SWOT de Catumbo

Situação existente – fatores internos	
<p>Pontos fortes: Recursos naturais como: o rio com água pouco poluída, possui um caudal razoável e algum desnível, também permite o acesso ao mar com pequenas embarcações; a praia que tem água pouco poluída e é abrigada e extensa; a existência de pequeno vale formado pelo rio Lifune que tem alguns terrenos férteis e que já têm algumas culturas naturais como o bambu nas margens, e; a existência local de alguns materiais que podem ser utilizados na construção, como a terra e o bambu. População jovem.</p>	<p>Pontos fracos: Falta de infraestruturas (todas) e de equipamentos sociais (em número e adequados). Problemas de degradação ambiental. Falta de formação das pessoas. Falta de oportunidades de criação de emprego.</p>
Possíveis aproveitamentos futuros	
<p>Oportunidades: Aproveitamento e exploração dos recursos naturais existentes como; o rio que permite a criação de uma mini-hídrica, em cujo canal se poderá criar as condições para criar peixe (Cacusso-Tilápia), e também podem fornecer água para a rega de terrenos próximos; aproveitamento da praia existente para fomento do turismo; aproveitamento de recursos naturais existentes para a criação de habitações sustentáveis. Integração de uma abordagem integrada ambiental, social e económica que pode suportar o desenvolvimento sustentável.</p>	<p>Ameaças: Possível degradação ambiental do rio, em termos de qualidade da água e das margens onde se encontram os mangais em consequência do aumento da população a montante e no local. Fuga das pessoas, essencialmente jovens, para os grandes centros. Diminuição da quantidade de água do rio devido às alterações climáticas e à captação a montante. Possibilidade de sobre exploração e outros efeitos.</p>

Em síntese apesar de Catumbo e a sua população dispor de recursos, as infraestruturas são limitadas e existe a ameaças de degradação ambiental e o desafio das alterações climáticas e outras, surge como uma oportunidade a abordagem de uma estratégia integrada de procura da sustentabilidade incluída na construção.

8.3.3. Pré-avaliação segundo o LiderA PD

Utilizando os critérios e as linhas de boas praticas previstas no LiderA PD, fez uma pré-avaliação da situação existente que nos ajudou a definir quais alguns dos principais fatores mais importantes para o desenvolvimento sustentável da povoação. Assim esta pré-avaliação em conjunto com a análise SWOT anterior permite contribuir para definir as propostas de desenvolvimento sustentável. A tabela 55, da página seguinte e a 56 da página 240 resumem essa pré-avaliação segundo o LiderA PD

Tabela 55 – Pré-avaliação das Vertentes Integração Local, Recursos e Cargas Ambientais do LiderA PD

	Área	Critério	Pré-avaliação (situação existente)
Integração local	Solo	C1 - Valorização Territorial	Solos já ocupados e contaminados.
		C2- Otimização amb. da implantação	Possibilidade de aproveitamento dos ventos dominantes para ventilação natural.
	Ecossistemas Naturais	C3- Valorização ecológica	O local tem recursos naturais renováveis, como o rio e praia e oceano próximos, mas em termos de plantas tem muitas limitações devido à falta de condições de existência das mesmas por falta de água para rega e terreno adequado.
		C4- Impacto nos habitats existentes	Junto à foz do rio existe uma zona de mangal que pode estar em causa devido à poluição causada pela falta de tratamento de resíduos.
	Paisagem e Património	C5- Integração Paisagística	A dispersão das habitações, sendo a maior parte descaracterizadas e sem preocupações de integração no local, originou um aglomerado sem qualquer interesse em termos paisagísticos.
		C6- Proteção e Val. do Património	Não existe património importante a manter. As tecnologias locais poderão ser um fator de diferenciação, de criação de uma identidade patrimonial e de atração para as amenidades locais.
Recursos	Energia	C7 - Energia	A povoação não tem rede de energia
		C8- Desenho Passivo	É possível aproveitar os ventos dominantes, a energia do Sol e melhorar as tecnologias de construções locais para criar condições de habitabilidade adequadas à população existente.
		C9- Intensidade em Carbono	Elevada devido à utilização de biomassa.
	Água	C10- Consumo e fom. água potável	Não existe fornecimento de água potável na povoação, sendo consumida água diretamente do rio.
		C11- Gestão das águas locais	As águas pluviais são um problema que causam erosão dos solos e inundam locais mais baixos, originando zonas de águas estagnadas, com resíduos domésticos e da secagem de peixe.
	Materiais	C12 - Durabilidade	A durabilidade da maior parte dos materiais locais é muito diminuta devido à má utilização dos mesmos, com soluções construtivas inadequadas ao tipo de material.
		C13- Materiais locais	Existem materiais locais que utilizados com soluções adequadas podem ser usados na construção, como a terra, o bambu, inertes, capim e outros.
		C14- Materiais de baixo impacto	As soluções construtivas locais tradicionais tem baixo impacto, construção em bloco de terra.
	Alimentos	C15- Produção local de alimentos	A produção de alimentos está limitada aos terrenos junto do rio e à pesca artesanal.
	Cargas ambientais	Efuentes	C16- Redes e tratamento das águas residuais
C17- Caudal de reutilização de águas usadas			Não existe.
Emissões		C18- Caudal de emissões atmosféricas	Muitas das famílias cozinham a lenha que apanham nas redondezas e outras com fogareiros a querosene ou de gás colocados no interior das habitações.
Resíduos		C19- Produção de resíduos	Não há qualquer recolha de resíduos, sendo estes lançados no terreno, mesmo os resíduos da preparação do peixe para a seca do mesmo.
		C20- Gestão de resíduos perigosos	Não existe gestão de resíduos perigosos e estes são deitados no solo, com possibilidade de crianças acederem aos mesmos.
		C21- Reciclagem de resíduos	Não existe reciclagem de resíduos, exceto alguns orgânicos que são lançados no solo e onde cabras ou galinhas os aproveitam.
Ruído Exterior		C22- Fontes de ruído para o exterior	Não há qualquer preocupação das populações com isso e as casas existentes não estão preparadas para evitar a propagação.
Pol. Ilumino-luminosos	C23 – Efeitos térmicos (ilha de calor) e luminosos	Não existe arborização. Os telhados são geralmente de chapa galvanizada, mas esta na maior parte dos casos já perdeu a camada de galvanização.	

Tabela 56 – Pré-avaliação das Vertentes Conforto Ambiental e Adaptabilidade Socioeconómica do LiderA PD

	Área	Critério	Pré-avaliação (situação existente)
Conforto ambiental	Qualidade de do ar	C24 – Níveis de qualidade do ar	Problemas por causa do cozinhar no interior, da ausência de portas no interior das habitações e de aberturas adequadas para a circulação do ar no interior dos compartimentos.
	Conforto	C25- Conforto térmico	Muito fraco por causa das coberturas sem isolamento e da ausência de meios de controlo da radiação solar.
	Iluminação e Acústica	C26- Níveis de iluminação	Muito fracos durante o dia por causa da ausência de aberturas adequadas e da proteção de entrada dos raios solares. Também muito fraco durante a noite por ausência de energia elétrica.
		C27 – Conforto sonoro	Muito fraco por causa das coberturas sem isolamento e da ausência portas e janelas adequadas.
Adaptabilidade socioeconómica	Acesso para Todos	C28 – Acesso aos transportes públicos	Muito difícil.
		C29 - Mobilidade	Não existem ruas adequadas, são de terra e como não tem drenagem estão cheias de buracos. Não existe iluminação pública.
		C30 – Soluções inclusivas	Não existem.
	Diversidade Económica	C31 – Flexibilidade -Adaptabilidade aos usos	Não existem.
		C32 – Dinâmica económica	O local tem recursos naturais renováveis, rio, terrenos agrícolas junto ao rio e o oceano com praia com grande extensão e águas não sujeitas a poluição, mas não existe exploração sustentável deles.
		C33 – Trabalho local	Na pesca artesanal, na agricultura e secagem de peixe. Algumas das construções mais recentes não usam mão-de-obra local.
	Amenidades e Interação	C34 – Amenidades locais	Só existe uma escola e um posto de saúde, sendo que este não funciona.
		C35 – Interação com a comunidade	A comunidade está habituada a interagir entre eles, mas afasta para locais mais remotos da povoação as famílias de menores recursos ou menos desejadas.
	Participação e Controlo	C36 – Capacidade de controlo	Muitas das habitações não tem portas e janelas.
		C37 – Participação e governância	A população está habituada a tomar a iniciativa de participar na governação local, como por exemplo o fizeram para aumentar a escola existente que foi construída pela população. Existe uma rainha, mas esta atualmente não tem poder.
C38 – Controlo dos riscos naturais		Não existe controlo das águas pluviais, não existe controlo das águas paradas nos charcos ou lagoas. Não existe controlo de possíveis inundações de habitações situadas em cotas altimétricas mais baixas, por eventuais enxurradas ou de alterações climáticas com subida do nível do mar.	
C39 – Controlo das ameaças humanas		Não existem qualquer controlo.	
Custos no Ciclo de	C40 – Custos no ciclo de vida	Os materiais locais tem baixo custo mas devido à falta de soluções adequadas tem fraca durabilidade. As construções feitas com materiais não locais tem elevados consumos de energia devido à falta de isolamento entre outros.	

8.3.4. Proposta de estratégias de desenvolvimento sustentável

Esta é uma proposta inicial, baseada no levantamento da situação existente, através da pré-avaliação pelo LiderA PD e da análise SWOT anteriormente apresentadas. Como resultado destas avaliações e, baseado numa abordagem do topo para a base, que serve de partida para uma posterior discussão com a população local, estando sujeita a alterações propostas pelas populações locais.

Tabela 57 – Resumo dos principais problemas

Principais problemas		
Ambientais	Económicos	Sociais
Contaminação de solos e de águas por falta de redes de tratamento de resíduos sólidos e líquidos. Degradação ambiental das zonas alagadas e do mangal. Degradação da qualidade da água do rio e da praia. Elevada emissão de gases de efeito de estufa com a atividade de cozinhar. Elevada erosão dos solos devido à falta de controlo dos efeitos das águas pluviais. Possível aumento das áreas alagadas, com a colocação em perigo de algumas habitações, por causa das alterações climáticas.	Falta de emprego e fraco rendimento das famílias. Incapacidade da maior parte das famílias em ter condições para conseguir uma habitação adequada por falta de rendimento disponível. Possível diminuição do rendimento com a diminuição dos recursos associados à pesca artesanal. Baixo valor de venda dos produtos devido à falta de condições adequadas de conservação e de comercialização. Diminuta área agrícola devido à falta de água para rega. Falta de títulos de registo de propriedade.	Alta mortalidade infantil e elevada prevalência de doenças infectocontagiosas em todas as faixas etárias devido à falta de água potável e de redes de tratamento de resíduos. Fracas oportunidades de formação e de elevação das qualificações profissionais. Falta de equipamentos sociais, ou os existentes são inadequados ou não funcionam. Condições de desenvolvimento social limitadas pela falta de fornecimento de energia, de abastecimento de água e de oportunidades de emprego. Fuga da população jovem para o grande centro urbano próximo.

Nas tabelas 57 faz-se um resumo dos principais problemas, e na 58, que a seguir se apresenta, algumas estratégias, para nos subcapítulos seguintes se fazer uma apresentação do desenvolvimento simplificado das mesmas.

Tabela 58 – Algumas das principais estratégias

Estratégias		
Ambientais	Económicos	Sociais
Tratar os solos contaminados. Construção de uma rede de recolha e tratamento de resíduos sólidos e líquidos, com a separação dos efluentes em dois tipos sendo o de maiores contaminações tratados num sistema de lagoas e infiltração final e o de menores contaminações tratados no lote com possibilidade de reaproveitamento no lote das águas tratadas. Diminuir as emissões afetas à atividade de cozinhar através de fogões solar e de biomassa melhorados. Construir as ruas de modo a evitar as enxurradas. Proteger as áreas alagadas com cortinas de plantas que impeçam a formação de vetores de doenças infectocontagiosas. Criar condições para proteger a área de mangal existente.	Aproveitar as potencialidades do rio para criar uma mini-hídrica e com isso aumentar a área de campos agrícolas com possibilidade de rega assim como criar condições para a criação de peixe no canal de encaminhamento da água. Criar condições para a conservação, preparação e seca do peixe da pesca artesanal e aproveitar os resíduos deles para em conjunto com elementos de plantas poderem servir de alimentação para os peixes a criar no canal da mini-hídrica. Apoio com formação de atividades artesanais ligadas a recursos locais e a aproveitamento de alguns resíduos. Apoiar as tecnologias construtivas locais, que usam materiais locais, com formação e criação de condições para serem pessoas locais a fazerem as construções.	Criar condições para a criação de equipamentos sociais e infraestruturas adequadas de modo a que as populações se sintam bem e se identifiquem com o local. Fornecer formação para melhorar as capacidades da população em ter atividades profissionais com maior poder de rendimento, nomeadamente com a utilização sustentável de recursos renováveis existentes no local. Melhorar as condições de habitabilidade das famílias. Criar acesso a água potável com uma rede pública. Dar títulos de posse dos terrenos às famílias que habitualmente os utilizam. Diminuir os encargos, o tempo despendido com a atividade de procura de biomassa para cozinhar e diminuir os efeitos negativos

8.3.4.1. Em termos económicos

Proposta de criação de infraestrutura de produção de energia, de rega e de criação de peixe com a construção de uma mini-hídrica. Entre a foz do rio Lifune e o açude abandonado que era da antiga fábrica de valorização do algodão existem cerca de 23 metros de desnível, atendendo a que o comprimento do canal será de cerca 3,5 km e considerando um desnível mínimo (cerca de 1/1000) para que a água circule no mesmo fica-se com um desnível de cerca de 19 m, mas atendendo a possíveis efeitos de marés mais altas, a um possível aumento do nível médio do mar e há necessidade de proteger

os mangais existentes evitando que a força da água ao sair da turbina cause erosão, podemos considerar que a saída da turbina se situe a cerca de 7 m acima do nível médio do mar ou seja cerca de 3 a 4 m acima das marés mais altas e a água que vai sair da turbina fique distante dos mangais (figura 90).

O canal pode ser em terra batida com as margens protegidas por densa vegetação, como por exemplo o bambu e outras árvores que permitam criar biomassa para energia ou outros fins como os alimentares de pessoas e animais (por exemplo a *Threphosia Candida* e a *Moringa Oleífera*). O canal também terá por finalidade criar capacidade de armazenamento e retenção de água, tendo por isso uma largura média de 7 metros e uma profundidade de 3m o que permitirá armazenar alguma água para poder permitir que a turbina funcione próximo da capacidade máxima em pequenos períodos do dia.



Figura 90 - Proposta de criação de aproveitamento hidroelétrico e aquícola

A construção do canal será feita com base em escavação, aterro e compactação de terra. Nos últimos 300 m do canal este será alargado, com uma separação a meio e maior profundidade para se poder criar Tilápia em tanques de rede, assim a profundidade neste local será de 4 m e a largura de cada braço será de 5 m, o que permite colocar tanques de rede com cerca de 3 m de largura. A maior profundidade justifica-se por causa da necessidade de o canal servir com reserva de água para ser utilizada na produção de energia durante os períodos de menor caudal do rio Lifune e neste local, há a necessidade de garantir mais de 1,0 m altura de água no mínimo para a criação de peixe.

Embora o cálculo da quantidade de tanques tenha de ser feito com base no caudal de água e nas condições de alimentação dos peixes, nesta etapa inicial vamos considerar uma alimentação semi-intensiva e cargas médias, assim os tanques ficaram separados entre si por uma distância de cerca de 5 a 6 m e a separação central do canal é só para poder ter área de circulação e de trabalho bastando uma largura de cerca de 3 m. Neste

caso dará para colocar cerca de 30 tanques em cada canal, o que considerando uma área de cerca de 9 m² por tanque e uma produção de cerca de 300 kg/m² dará cerca de 160 toneladas por ano de peixe. No entanto estes valores podem ser superiores, ou inferiores em função das características de alimentação que será dado ao peixe (Sonoda, 2002; Godoy, 2006; Nogueira, 2008).

No início do canal será criada uma instalação de desova e criação de juvenis, mas com recolha de água a do canal e não instalada diretamente no canal. A alimentação vai ser com base em rações que serão feitas no local com base em peixe de menor valor comercial pescado no mar junto à povoação ou com origem na Barra do Dande, ou restos de peixe, a que será adicionado outros componentes como folhas de moringa, mandioca e outros. O canal levará nas margens uma plantação de bambu, que também serve para o proteger e evitar a entrada no mesmo de pessoas ou animais, exceto na zona de criação de peixe onde ficará delimitado por rede e junto às margens serão colocadas arvores que contribuam para a alimentação dos peixes, como a moringa ou outras.

Num local próximo da aldeia será instalada uma zona para secagem de peixe incluindo também uma pequena unidade de fabrico de rações para peixe. A secagem do peixe será feita com base numa estufa solar, ficando assim o peixe protegido dos insetos e também permitindo uma secagem mais eficiente e mais rápida. Esta zona será rodeada de arvores para evitar a propagação de odores e as plantas (árvores e plantas de pequeno porte) terão capacidades repelentes, do tipo; Nim (*Azadirachta indica*), Tefrósia (*Tephrosia candida* ou *Tephrosia vogelli*) e outras de menor dimensão como a Erva Príncipe (Chá de Caxinde -*Cymbopogon citratos*), entre outras, para evitar que no local se acumulem insetos e outros animais.

Em termos de desenvolvimento económico para além das atividades anteriormente indicadas prevê-se que com o fomento da plantação de algumas plantas que associadas a sistemas de regas com origem no canal e no sistema de tratamento de efluentes, como o bambu, a moringa, a tefrósia e plantas de menores dimensões como o chá de caxinde e outras se possam promover atividades económicas baseadas no artesanato e pequenas atividades empresariais locais, como a criação de móveis, a criação de essências, chás e outras. Com o desenvolvimento do regadio de alguns terrenos, prevê-se o aumento da produção de algumas espécies agrícolas. Estes terrenos têm de ser atribuídos às populações locais, que sempre tiveram direito a eles, conforme seleção e capacidade de exploração.

Como contributo para o desenvolvimento sustentável e para a diminuição dos problemas associados às necessidades de energia para a confeção de alimentos, aumentado também os rendimentos disponíveis, propõem-se o cultivo de algumas

espécies com o fim de produção de biomassa para alimentar os fogões melhorados a biomassa. Estes em conjunto com os fogões solares terão sistemas de armazenamento de calor sensível que permitirão cozinhar também fora de horas, ficando os fogões melhorados a lenha para as refeições que exijam maior calor ou em períodos que existam dias seguidos de fraca radiação solar.

Para além disso e dada a existência de uma amenidade local importante que é a existência de um pequeno estuário com uma praia com boas características, pretende-se fomentar o turismo através da criação de uma unidade hoteleira adaptada às características culturais locais (sendo isso mais um fator de atração), nomeadamente através de um tipo de construção que usa materiais e conhecimentos locais adaptados aos tempos atuais, com base na construção de pequenas casas que serão a base do alojamento. Para que esta unidade tenha mais interesse em termos económicos, uma parte da praia poderá ser concessionada a esta unidade. A exploração desta unidade terá como prioridade as pessoas locais e o emprego de mão-de-obra local. Devido à proximidade ser menor em relação à praia e a existirem mais amenidades, como por exemplo um campo de visão da praia e do oceano maior, no planeamento esta zona vai ser considerada junto do aglomerado 3, ou seja, nas proximidades das coordenadas 8° 24' 32,2" S e 13° 24' 08,7" E.

Para o desenvolvimento destas atividades há que fornecer formação às populações locais, sendo feita uma análise às necessidades de formação e esta será prestada por organismos oficiais ou ONG.

8.3.4.2. Em termos ambientais

Em termos de redes de tratamento de efluentes, será construída uma rede de drenagem com separação das águas com menores contaminações, as águas cinzas, das com maiores contaminações as águas das sanitas, sendo que as águas cinzas serão tratadas no lote da habitação com a finalidade de ter água para a agricultura planeada para o lote. As outras serão encaminhadas e tratadas num sistema coletivo através de um sistema de tratamento primário com retenção de sólidos a que se segue um tanque de aeração com a objetivo de fazer a homogeneização e proceder a um tratamento secundário inicial de modo a que o efluente antes de entrar na *wetland* esteja parcialmente tratado e tenha pequenas necessidade de oxigénio para evitar os odores. A seguir terá a *wetland*, depois o efluente vai passar por um sistema de tratamento de absorção por raízes, local que será destinado à criação de algumas plantas que posteriormente podem ter algum aproveitamento, mas que tem características repelentes e biocidas (como o Nim). No final terá uma lagoa de armazenamento e de tratamento por efeito dos raios solares, onde podem ser criados alguns tipos de peixe, mas não destinados a consumo humano.

Por último os efluentes tratados servirão de rega de uma zona de criação com fins de produção de biomassa, onde poderá existir o bambu, como material de construção e a Tefrósia como material de biomassa para energia.

Para além dos efluentes domésticos das águas negras está previsto que neste local também sejam tratados os efluentes da zona de secagem e de preparação do peixe, assim como da pequena unidade de fabrico de rações para peixe.

Também em termos ambientais com a construção de redes de drenagem de águas pluviais e com a construção de taludes com vegetação e plantas evita-se a erosão de solos, estando previsto que com a elaboração do projeto definitivo seja elaborado um plano de arborização onde se vão incluir estes locais.

O problema dos resíduos sólidos vai ser feita com um sistema de tratamento dos resíduos biodegradáveis constituídos por matéria orgânica feita no lote de cada moradia, que vai fornecer fertilizante para a área de agricultura prevista no lote da habitação. Os outros resíduos serão colocados em recipientes de recolha seletiva, de onde serão recolhidos e encaminhados para uma seleção e primeira valorização local, onde serão valorizados alguns resíduos por alguns artesões locais, como por exemplo alguns metais, cartão e papel, tecidos e outros. Os restantes, que não poderem ter valorização local serão encaminhados para outros centros de valorização.

O problema das águas estagnadas oriundas das chuvas, ficará reduzido com as medidas anteriores, mas para evitar que estes locais sejam centros de criação de insetos propagadores de doenças infectocontagiosas, vai procurar-se evitar que estes se propagem com a criação de cortinas de plantas repelentes, permitindo assim que elas continuem a existir e a ser fonte de permanência da biodiversidade.

Em termos de redução da desflorestação associada às necessidades de biomassa para a confeção de alimentos propõe-se o cultivo de algumas espécies adaptadas ao local que têm elevada capacidade de criação de biomassa, como a tefrósia, que associadas a fogões solares e à instalação de fogões melhorados a biomassa (lenha), sendo que a confeção dos alimentos nestes será semiexterior evitando-se assim a degradação do ar no interior das habitações e com os fogões melhorados permite-se uma melhor combustão e diminuição das emissões poluentes.

8.3.4.3. Desenvolvimento social

Em termos de desenvolvimento social há várias estratégias que são propostas. Uma delas tem a ver com o desenvolvimento da atividade de construção e melhoria das condições de habitações, que em capítulo a seguir será apresentada, pretendendo-se assim contribuir para a melhoria da qualidade de vida.

Com todas as propostas anteriormente apresentadas procura-se melhorar a qualidade de vida das populações locais, aumentar o rendimento disponível e criar condições para o desenvolvimento das populações. Em virtude da morfologia dos solos existentes no local há a necessidade de se fazer a instalação de um loteamento com infraestruturas, com lotes onde se possa fazer algum tipo de agricultura urbana para contribuir para a satisfação de uma parte das necessidades alimentares de cada família. A inclinação do terreno e a localização dos lotes permite que se aproveitem as águas cinzas para serem tratadas e utilizadas no próprio lote. Em relação às infraestruturas necessárias, para além do fornecimento de energia através de uma mini-hídrica, anteriormente descrito, há a necessidade de construir uma rede de abastecimento de água, que se baseara num sistema de captação por bombagem no rio, a que posteriormente se fará o tratamento com base em sistema de filtração e desinfecção pelo sol, pasteurização com base em coletores térmicos solares, com armazenamento e posterior distribuição através de uma rede.

Para além disso também será necessário criar ou melhorar alguns equipamentos sociais, como por exemplo: a criação de um pequeno mercado de venda de produtos locais; o aumento das salas de aulas com a criação de pelo menos mais uma sala para o ensino primário, pelo menos quatro salas destinadas à formação do 2º ciclo e de adultos; a melhoria e aumento do posto médico com funcionamento permanente; a criação de um parque de lazer com zonas verdes e a melhoria do campo de futebol existente, a criação de uma instalação de apoio ao desenvolvimento local que pode ter um gabinete onde inicialmente seja instalado um gestor do projeto que pode ser um representante de uma entidade oficial ou ONG que vá coordenar, nos primeiros tempos, o desenvolvimento sustentável. Outros equipamentos podem ser programados conforme a vontade das populações e se mostrem necessários e importantes para o desenvolvimento da aldeia.

As diminuições das necessidades de energia para cozinhar, também vai permitir libertar as populações para outras atividades e contribuir para o desenvolvimento das mesmas, nomeadamente, as mulheres e crianças que são geralmente as que são encarregues destes trabalhos.

8.4. Proposta de modelo de equipamentos e infraestruturas

Como proposta para o plano de desenvolvimento integrado sustentável apresenta-se a seguir uma proposta de planeamento e localização de equipamentos e algumas ideias base para a execução de um regulamento local para implantação deste plano.

Alguns fatores que são fundamentais e que devem ser incluídos no regulamento são:

- A regulamentação das condições de gestão deste plano, nomeadamente a atribuição das competências de gestão do mesmo, que devem ser

preferencialmente com base no poder local eleito pelas populações locais e fiscalizado pelas mesmas ou representantes destas;

- A definição das condições de supervisão pelas entidades oficiais e o poder destas em interferir nalguns casos previstos e definidos no regulamento;
- A aprovação do plano, que deve ser feita com base numa primeira aprovação nas populações locais, a que se pode seguir a aprovação no governo provincial, depois o reconhecimento e aprovação da mesma em termos de assembleia nacional que lhe vai dar um carácter legal e força para ser cumprido;
- Outras condições habitualmente existentes nos regulamentos dos planos diretores e de desenvolvimento como por exemplo; os zonamentos, as condições de construção, os tipos de edifícios que podem ser construídos (com o objetivo de promover a integração no local), entidades responsáveis pela gestão do plano e dos diversos equipamentos, taxas a aplicar nos licenciamentos e na utilização dos equipamentos, condições de utilização dos equipamentos e outros.

8.4.1. Produção de energia e rede de energia pública

O fornecimento de energia vai ser limitado às funções de iluminação, ventilação de pequeno consumo com a possibilidade de instalação de ventiladores de teto, conservação e refrigeração de alimentos, a pequenos equipamentos eletrodomésticos e a equipamentos de audiovisual e computadores. Por essa razão estão proibidos e excluídos aparelhos de elevado consumo de energia como aquecedores e ar condicionados, que no regulamento do planeamento vão ver excluída a sua utilização com a possibilidade de corte de fornecimento de energia se alguém os instalar. Isto tem como objetivo reduzir os consumos e ao mesmo tempo promover a utilização de soluções bioclimáticas, como as apresentadas no modelo de habitação. Assim a potência máxima instalada vai estar limitada 2,6 KW por habitação de 6 elementos. Instalações comerciais e industriais vão estar sujeitas a regulamentos especiais com limitação de consumos nos períodos de ausência de luz solar, ou seja, nos períodos de maior consumo doméstico. Esta redução é necessária porque a capacidade estimada da produção é pequena, o caudal do rio, o desnível e a capacidade de armazenamento só permitem instalar uma potência máxima de cerca de 250 KW, que mesmo assim só podem ser utilizados na totalidade em pequenos períodos diários porque o caudal do rio não permite que esta funcione a toda a capacidade durante muitas horas do dia, essencialmente nos períodos de menor caudal do rio, época do cacimbo. O tipo de turbina será do tipo fluxo cruzado ou Banki-Michell, que como se viu em capítulo anterior é a mais aconselhável para pequenas alturas de queda, potencia variável e tem facilidade de manutenção. O aproveitamento para além da produção de energia também

servirá para rega e produção de peixe conforme referido na proposta de desenvolvimento económico e esquema da figura 90.

A rede de energia pública será feita com base em postes de iluminação com coletores solares, acumulador de energia e lâmpadas led, que serão colocados nas ruas e na via principal de acesso à estrada nacional. Também serão colocados junto dos principais equipamentos e quando estes tiverem uma área grande, no seu interior.

8.4.2. Tratamento de água

Para o tratamento de água propõe-se um sistema que capta a água do rio, no início do canal que vai servir a central hidroelétrica, através de eletrobombas a envia para um tanque de armazenamento e decantação com capacidade de 300 m³, após o qual passará para um tanque de 200 m³, serão construídos em chapa corrugada galvanizada a quente e manta de PVC de 0,5 mm, terão descarga de fundo para limpeza periódica. Para ajudar a decantação e floculação poderão ser utilizados produtos químicos ou as sementes de moringa, a partir da altura em que a produção desta seja mais abundante. A partir daqui a água passa para um processo de filtração lenta por filtros de areias, com circulação limitada e por gravidade, com compartimentos e aberturas que forçam a água a circular lentamente por entre a areia, com saída da água tratada superiormente e descarga de fundo para limpeza, baseado no modelo proposto por Burch & Thomas (1998). Os filtros finais terão uma lamina de água de pouca espessura que fica em contacto com os raios solares. Este processo de filtração e tratamento parcial funcionará com base numa electroválvula, colocada no segundo tanque de armazenagem, que só abre durante o dia, permitindo-se assim a captação da radiação solar para eliminação de alguns tipos de bactérias. A seguir a esta etapa a água será armazenada em 2 tanques de 100 m³ e posteriormente encaminhada por gravidade para o abastecimento às habitações. Como a habitação situada à cota mais alta se encontra a uma altura de cerca de 48 metros a localização da ETA terá de ser a uma cota superior, prevendo-se a sua localização aproximada às coordenadas 8°24' 46" S e 13° 25' 13" E, local com cotas de cerca de 60 m, o que permite que ter inclinações que facilitam a circulação da água no sistema de filtração e posterior armazenamento. O tratamento final será dado na habitação através de um processo de pasteurização por intermédio de um coletor solar composto que tem associado uma válvula termostática que abre a partir da altura em que atinge uma determinada temperatura e após um determinado intervalo de tempo depois desta, (cerca de 85°C e 15 segundos) que assim permite a passagem da água pasteurizada, por exemplo baseado num sistema proposto por Bigoni et al. (2014), que se pode considerar um melhoramento do sistema proposto e implementado por Villén et al. (2006) e instalado em Mutomo no Quénia. As atividades comerciais e industriais que necessitem de água receberão esta água semi-tratada e recorrerão a processos de

tratamentos próprios. Os custos do fornecimento de água a estas atividades será pelo menos o dobro e com isso contribuirá para diminuir os encargos das famílias de menores recursos. Todo o fornecimento de água estará sujeito a medição e os consumos serão pagos com base em escalões³ com o valor do escalão seguinte ser o dobro do anterior. Associado ao custo da água estará também o da recolha e tratamento de efluentes e resíduos.

Os materiais para os tanques de armazenagem de água bruta e tratada são estruturas muito aligeiradas com pouca necessidade de consumo de cimento e outros materiais com elevados impactos ambientais, embora a chapa galvanizada e a tela tenham elevados impactos ambientais têm pesos mínimos. Os tanques/canais de decantação serão construídos em betão com acabamento afagado para permitir a limpeza.

O sistema terá uma capacidade de fornecer cerca 120 litros por habitante, estimando-se numa fase inicial um máximo de 1000 habitantes, ou seja, uma necessidade de pré-tratamento de cerca de 100 m³ por dia, a que se somará cerca de 50 m³ para atividades comerciais, industriais e outros, mas com uma margem de segurança elevada passando-se este valor para cerca de 200 m³. No entanto, o sistema poderá chegar os 300 m³/dia, para satisfazer necessidades habitacionais ou industriais, uma vez que permite ser ampliado sem necessidade de interrupção dos fornecimentos.

O coletor solar para pasteurização fará parte da habitação e será apresentado como um equipamento a inserir de base nesta, sendo referido em capítulo seguinte.

8.4.3. Tratamento de efluentes

Os efluentes serão separados em duas redes distintas, uma das águas com menores contaminações, dos duches (ou banheiras) e lavatórios (águas cinzentas) que será tratada nos lotes (de habitação ou outros) e a outra, com os efluentes das sanitas, cozinhas e outras atividades comerciais ou industriais que serão recolhidos numa rede pública que os encaminhará para tratamento. O esquema de tratamento desta segunda rede será o apresentado na figura 91.



Figura 91 - Esquema do tratamento dos efluentes com maiores contaminações

Esta estação de tratamento de águas residuais ficará situada numa cota média de 11 metros a meio dos dois principais aglomerados, próximo do segundo aglomerado nas

³ A definir com todos os interessados e com o objetivo de pagar os custos totais, ou seja, de instalação e produção.

coordenadas (aproximadas) de 8° 24' 28,2" S e 13° 24' 39,8" E, a sul do campo de futebol existente. O sistema de tratamento primário terá uma cota de entrada de 12,00 metros que se manterá muito próximo dela até à entrada do sistema de tratamento secundário⁴ homogeneizador, este funcionará por bateladas de cerca de 30 m³, com um tempo de retenção de cerca de 2 horas, após o qual descarregará por gravidade, com a cota de descarga de cerca de 10,8 m, para o tanque de digestão aeróbica, este terá um tempo de retenção de cerca de 6 horas com uma capacidade de cerca de 100m³, após o tempo de retenção a electroválvula abrirá e o efluente será encaminhada para a zona de tratamento por raízes. Estas cotas obrigam a que não existam construções com cotas inferiores a cerca de 14 metros, no aglomerado 2 que fica mais próximo da ETAR e de 15 m no aglomerado 1. Isto para evitar estações elevatórias e consumo de energia. O aglomerado 3 como fica a cerca de 730 metros do aglomerado 2 e a uma quota média de 15 metros, devido à configuração do terreno não tem possibilidade de ligação à ETAR sem ter uma rede complicada, a acompanhar a altimetria do terreno, ou sem ter uma estação elevatória. Este aglomerado ficará no zonamento destinado à exploração para fins turísticos ficando as entidades que o queriam explorar encarregues de fazer a ligação com a estação elevatória ou fazer uma rede própria de tratamento adequado.

A única construção que terá elevada energia embutida será a gradagem, remoção, deposição de sólidos e remoção de óleos e partículas mais leves que a água, mas serão de funcionamento manual. O único local onde existirá a necessidade consumo de energia será o tanque de homogeneização e de digestão aeróbica onde serão colocados dois misturadores e um sistema de introdução de ar. A saída deste tratamento aeróbico para a zona de tratamento por raízes ficará a uma cota de cerca de 9,5 m. Este sistema funcionara do tipo bateladas, com uma electroválvula de comando.

Em termos de dados para cálculos considerou-se uma fase inicial com 1000 habitantes com um consumo máximo de água de 120 litros por habitante por dia, com cerca de 45% deste consumo destinado águas cinza dos lavatórios, banhos e lavagem de roupa que será tratada no próprio lote (mesmo nas escolas e outras construções) e o restante a ser recolhido e tratado na rede publica, ou seja, 66 litros por habitante por dia⁵. Em termos de indústria considerou-se a preparação e secagem de peixe, com cerca de 20 m³ /dia e outros como a limpeza no sistema seletivo de resíduos sólidos e pequenas atividades artesanais com um total inicial de 10 m³/ dia⁶. Este caudal terá períodos de ponta durante o dia, correspondentes ao levantar (aproximadamente das 6-8 horas), preparação do almoço (11-13 horas) e noite (18-21 horas), o que dará um caudal de

⁴ Composto por um tanque homogeneizador com esta a ser feita por uma balsa com um motor electrico com pás para agitar e homogeneizar o efluente após o qual passará para um tanque de digestão aeróbica.

⁵ Todos os equipamentos sanitários terão sistemas para redução do caudal.

⁶ Deste sistema inicial de tratamento fica excluída a zona turística, devido à dificuldade de ligação à ETAR sem sistema elevatório.

vasão máximo de cerca de 15 m³/hora, valor de referência para os cálculos de dimensionamento do sistema de tratamento primário, sendo que como não existem sistemas eletromecânicos se vai considerar um tempo de retenção hidráulica de 25 minutos, exigindo assim um tanque de retenção de areias e de gorduras com cerca de 7,5 m³ (já com um fator de correção de picos de 2).

À volta desta instalação será criada uma cortina vegetal de plantas repelentes de mosquitos e outros vetores de doenças, por exemplo árvores como o Nim ou o Eucalipto Limão e plantas como o Chá de Caxinde e Cravo-de-defunto.

8.4.4. Modelo de gestão de resíduos sólidos

Com base nos exemplos apresentados por Fehr et al. (2000) e Wilson et al. (2015) o sistema proposto para a recolha e tratamento dos resíduos sólidos seguirá o modelo apresentado na figura 92. Assim os resíduos húmidos biodegradáveis (orgânicos) serão tratados no próprio lote (mesmo no caso de equipamentos sociais como por exemplo as escolas), servindo como fertilizantes para a agricultura urbana. Os não orgânicos serão obrigatoriamente selecionados e separados pelas famílias ou outras entidades, com um sistema de recolha porta a porta 3 vezes por semana após o qual haverá uma seleção final e posterior valorização ou armazenagem e envio posterior para aterro existente na região metropolitana de Luanda.

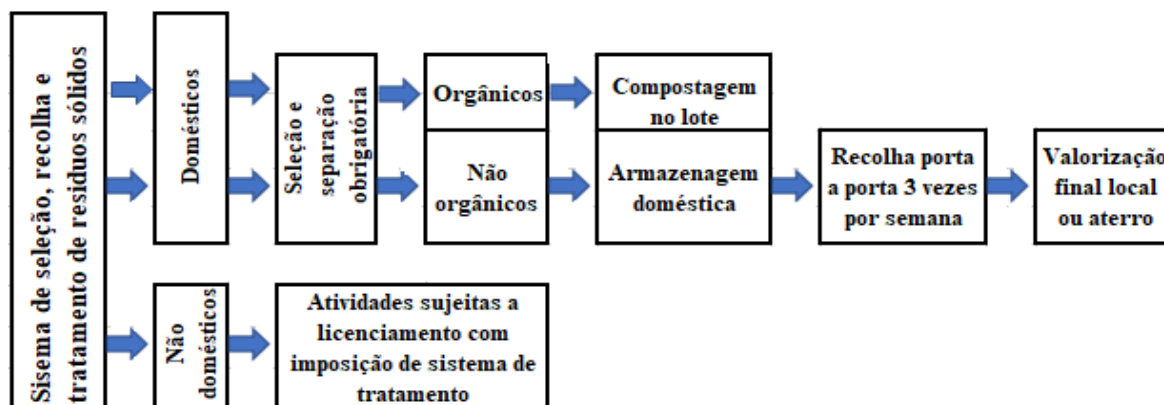


Figura 92 - Esquema de tratamento de resíduos sólidos

Será construído uma instalação onde se fará a seleção final e que terá: um sistema de seleção e separação com três pequenas linhas (bancadas em rede metálica de malha fina), uma para cada tipo de resíduo; um sistema de compostagem coberto, destinado a resíduos orgânicos recolhidos de atividades públicas e de instituições ou famílias que não queiram fazer a compostagem, estando no entanto estas sujeitas ao pagamento dos custos dos serviços; uma zona de preparação dos resíduos para valorização, como uma zona de lavagem, outra de armazenagem por tipo de resíduos e; uma zona de

armazenagem de resíduos perigosos e outra de resíduos que não têm capacidade de serem valorizados.

A localização desta instalação será próxima das coordenadas 8°24'33,3" S e 13°24'41" E. À volta desta instalação será criada uma cortina vegetal de plantas repelentes de mosquitos e outros vetores de doenças.

8.5. Proposta de construção da urbanização e do modelo de habitação

8.5.1. Proposta simplificada de plano de urbanização

A dispersão das habitações cria problemas de infraestruturas necessitando estas de serem maiores, tendo mais impactos ambientais e exigindo maiores recursos para a construção e funcionamento. Neste sentido e uma vez que o aglomerado 4 se situa muito distante dos outros três, tem cotas altimétricas que não permitem fazer a recolha dos efluentes e reencaminha-los para o tratamento central sem recurso a sistemas elevatórios, por sua vez tem habitações a cotas de cerca de 10 m que podem estar sujeitas a problemas de inundação que podem ser provocadas pelas alterações climáticas, a população existente neste aglomerado será reencaminhada para os novos lotes a construir junto ao aglomerado 1, 2 e 3 (figura 93).



Figura 93 - Proposta de implantação de loteamento

O terreno tem nalguns locais declive que origina necessidade de movimentações de terra que oneram os custos, por sua vez têm locais de cotas baixas que podem estar sujeitas a possíveis inundações ou que tornam mais complicado o tratamento de efluentes, por essa razão a construção dos lotes será feita em dois principais aglomerados, que têm de ficar separados por causa dos declives existentes, evitando-se as movimentações de

terra. A orientação dos lotes e das habitações será feita de modo a tirar partido da ventilação natural e do movimento do Sol. A inclinação do terreno permite criar condições favoráveis para o tratamento de águas cinzas no próprio lote, na maior parte dos casos e, que as águas pluviais do lote possam ser aproveitadas. No entanto a inclinação do terreno existente a meio dos dois aglomerados não os permite juntar sem ter de fazer elevada movimentação de solos para aterrar o local em virtude de ser mais baixo e poder estar sujeito a inundações (figura 94).

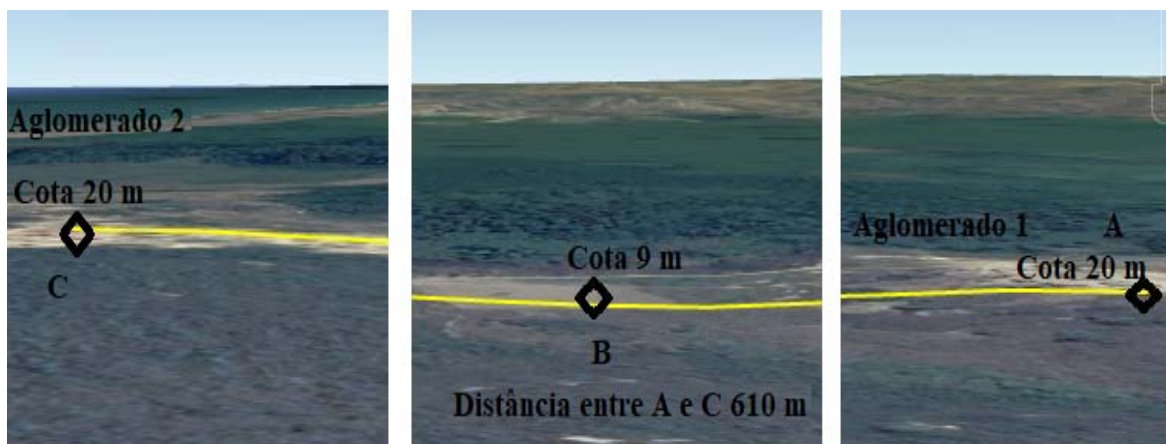


Figura 94 – Vale inundável existente entre os aglomerados 1 e 2

Os lotes destinados a moradias com 3 quartos terão cerca de 600 m², ou seja, uma frente de 23 m por uma profundidade de 26,05 m (figura 95 página seguinte). As moradias começarão 2,20 m depois do limite do passeio, o que permite ter uma pequena área em frente à moradia para jardim ou servir de local para um pequeno negócio, como exposição de produtos numa pequena tenda desmontável, não sendo permitido colocar qualquer tipo de estrutura que não seja removível no final do dia. A separação dos lotes será feita com base numa sebe do tipo Tephrosia, podendo, no entanto, os moradores utilizar para além deste outro tipo de vedação.

O lote, para além da moradia, vai incluir; uma área destinada a agricultura urbana com cerca de 220 m², o sistema de tratamento das águas cinzas e de retenção das águas da chuva e das cinzas tratadas numa pequena lagoa. Esta será contruída em terra e impermeabilizada com um filme plástico do tipo filme de polietileno de baixa densidade (LDPE), com uma densidade mínima de 1 kg por m², sem juntas e prolongado pelas laterais, sendo que após a colocação deste levará uma camada de terra que passou por peneiro com malha de no máximo 1,5 mm para lhe retirarem os inertes e a areia.



Figura 95 - Lotes e sua composição

Ficará com um rebordo mais alto cerca de 15 cm, exceto na zona de recolha das águas pluviais e nele serão plantadas ervas repelentes do tipo “chá de Caxinde” ou outros. A inclinação do lote permite que esta lagoa recolha as águas e que em caso de saturação seja encaminhada para o terreno circundante, no caso de não existir um lote contíguo nas traseiras do lote ou para uma vala de drenagem se existirem dois lotes com traseiras contíguas. Nos lotes também está previsto um compostor e definida a sua localização para que as possíveis escorrências deste sejam tratadas juntamente com as águas cinzas, por um sistema de tratamento por raízes.

Para além da sebe em Tefrósia que serve de delimitação do lote e também como uma possível fonte de biomassa e, as folhas como fonte de alimentação de alguns animais, está prevista a inclusão de algumas outras espécies como o Nim, junto ao passeio e

junto ao sistema de tratamento e compostagem para evitar a propagação de vetores de doenças infectocontagiosas.

8.5.2. Memória descritiva da moradia modelo

Este projeto destina-se a uma habitação do tipo social, situada numa região rural. Por essa razão pretende-se uma construção e equipamentos simples, funcionais, de fácil aplicação, manutenção e substituição.



Figura 96 - Planta da moradia modelo

A habitação modelo (figura 96) será constituída por uma moradia de 3 quartos, sala de estar e jantar, uma cozinha, uma casa de banho completa interior e uma casa de banho de serviço com acesso pelo exterior, mas colocada junto ao acesso à cozinha e os fogões colocados no exterior, sendo o local de instalação do fogão a biomassa coberto e com paredes laterais de proteção. A colocação da casa de banho de serviço pelo exterior justifica-se por uma questão cultural de muitos dos povos de Angola. A construção será em blocos de terra comprimidos e secos ao Sol. Este tipo de construção é aceite e utilizado localmente, embora com falta de aplicação de soluções que permitam ser durável e de ter boas condições de habitabilidade.

A moradia terá um comprimento aproximado de cerca de 15,5 m, (com um prolongamento de 2 m de cozinha aberta) mas só uma largura de cerca de 8,20 m. Isto por causa da necessidade de criar compartimentos que facilitem a ventilação cruzada e o movimento do ar no interior da habitação que necessita de ter larguras pequenas. A estrutura do telhado que será em bambu e a construção em terra também exigem que as paredes tenham vãos menores. O pé-direito será de cerca de 3,0 m, para facilitar a ventilação interior. As dimensões dos compartimentos serão as seguintes: sala comum com cerca de 21,6 m²; quarto principal com aproximadamente 16,5 m²; quarto secundário com cerca de 15,1 m²; quarto menor com cerca de 12,96 m²; cozinha com cerca de 9,3 m²; casa de banho principal com 3,78 m² e casa de banho secundária (exterior) com cerca de 2,1 m². Os quartos têm áreas grandes, mas muitas vezes as famílias são numerosas e vivem no mesmo quarto duas e três pessoas, assim, embora a habitação modelo esteja destinada a uma família até 6 pessoas, que pode ser constituída por um ou dois casais; avó, avô, mãe, pai e 2 filhos ou em alternativa um casal e quatro filhos (mais usual), tem condições em termos de espaço para abrigar mais pessoas.

Com os objetivos de melhorar a qualidade do ar no interior da habitação, afastar o calor originado pela atividade de cozinhar e também baixar os custos das famílias, a moradia inclui de base um fogão solar, com o coletor colocado exterior, com a zona de confeção no interior, com capacidade de retenção de calor sensível, do tipo proposto por Schwarzer & Silva (2003) que já têm exemplos de aplicação na África do Sul e, um fogão melhorado a biomassa localizado no exterior, numa zona coberta a seguir à cozinha, evitando que haja combustão no interior da habitação e também o aumento do calor provocada por esta. Por sua vez o fogão a biomassa também tem um circuito de aquecimento do óleo do circuito do fogão solar o que também permite acumular e recuperar uma parte da energia libertada pelo fogão a biomassa, permitindo que o sistema de acumulação de calor sensível possa ser usado para cozinhar em altura em que não haja solar radiação. Para além disso o fogão a biomassa terá um sistema de pasteurização de água do tipo WADIS.

8.5.2.1. Tecnologias construtivas utilizadas na estrutura, pavimentos, revestimentos e vedações

A construção da moradia será feita com blocos de terra secos ao sol, feitos com uma máquina manual do tipo CIVA-RAM e a secagem será feita num local coberto para evitar as chuvas. Os pormenores construtivos serão os recomendados por Minke e pelas normas neozelandesas (NZS4297;4298 e 4299). Assim a solução construtiva a utilizar será a que se apresenta na figura 97 da página seguinte.

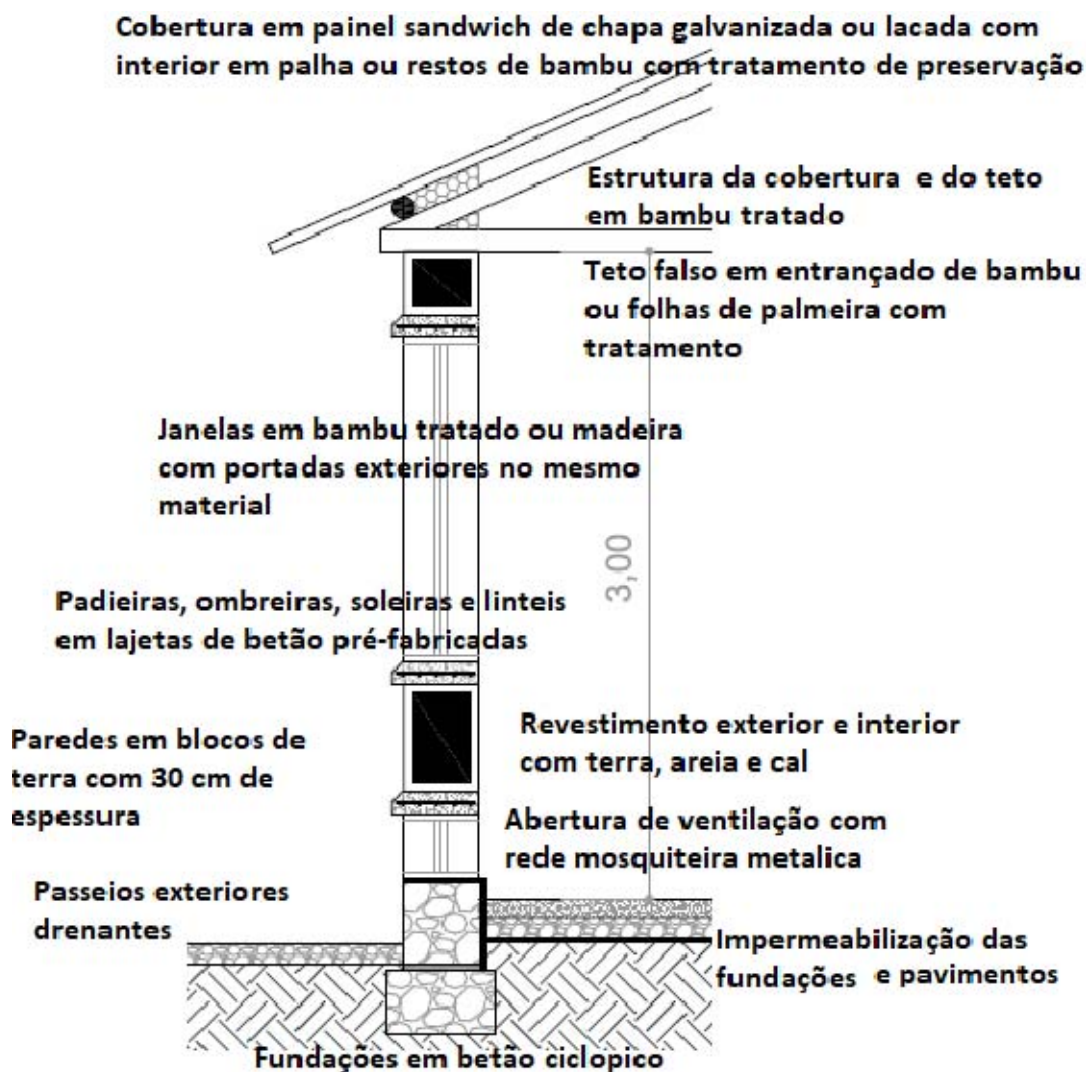


Figura 97 - Corte com pormenores construtivos

De uma maneira simplificada a construção terá as seguintes soluções construtivas:

- **Fundação** - Como os terrenos existentes no local são consolidados e consistentes a fundação será em betão com pedra (ciclópico) com uma fundação base a ter uma profundidade de 30 cm e uma largura de 50 cm. Prevê-se utilizar pedra e inertes locais resultantes da seleção dos solos para a construção dos blocos de terra. A quantidade de pedra será de cerca de 40% e o betão terá uma dosagem e cimento de cerca de 200 Kg/m³. Após a fundação inicial e antes da parede de blocos de terra será criado um pequeno lintel de betão (embasamento) com 30 cm de largura e 40 cm de altura para evitar que os blocos de terra fiquem em contacto com o solo e permitir criar um degrau de entrada com uma altura acima do solo de pelo menos 25 cm em relação ao nível final previsto para passeios ou jardins existentes no exterior e pelo menos 10 cm acima dos pavimentos interiores;
- **Paredes** em blocos de terra, assentes em cima do lintel, mas separados deste por uma camada impermeabilizante, para impedir a migração de humidades do betão

para os blocos de terra, que também será aplicada na face interior. A dimensão dos blocos serão de aproximadamente 30x14x14 cm, com paredes com cerca de 30 cm de espessura. Assim as paredes, mesmo as interiores, serão construídas com uma fiada de blocos assentes a par, no sentido do comprimento, com as juntas desencontradas (meia vez) e a fiada seguinte com os blocos colocados no sentido da largura e uma fiada única, com as juntas desencontradas das juntas da fiada anterior. A colocação das duas fiadas é necessária por causa da espessura mínima de cerca de 30 cm para ter efeito de inércia e atraso térmico. A utilização deste sistema de execução das fiadas permite que as juntas não estejam no mesmo lugar e assim aumentar a resistência das paredes. A argamassa de assentamento será feita com base na terra de construção dos blocos. À altura das soleiras das janelas, a meio da altura do vão das portas e no cimo das padieiras dos vãos, levará um reforço de malha galvanizada (geomalha) que será colocada juntamente com argamassa de assentamento da fiada dos blocos que se situar a esta altura, isto em todo o perímetro das paredes exteriores e também nas interiores. As padieiras, o remate superior das paredes exteriores (lintel de cobertura) e as soleiras das janelas, serão construídas em lajetas de betão armado, prefabricadas no local, com uma dimensão em termos de largura ligeiramente superior à espessura final das paredes, ou seja, com as dimensões de cerca de 0,75x0,40x0,08 m, (esta dimensão justifica-se por causa do peso) armadas com varões de aço de diâmetro de 8 mm com malha quadrada de espaçamento de 10 cm, recobrimento mínimo de 3 cm, betão com uma dosagem mínima de cimento de 300 kg/m³. Para que exista ligação entre as lajetas, os topos ficarão com os varões de aço prolongados cerca de 20 cm, após a colocação das lajetas no local este espaço de ligação entre elas levará uma pequena cofragem e será cheio com betão de igual características ao das lajetas.⁷As paredes interiores não levarão este lintel, mas as portas levarão este tipo de lajeta, neste caso a largura da mesma será só de 30 cm uma vez que não existe a necessidade de prolongar para o exterior para evitar a escorrência das águas;

- **Cobertura** construída com uma estrutura de bambu tratado sobre o qual assentará um painel do tipo sandwich⁸ com uma espessura entre 5 a 7 cm constituído por duas chapas galvanizadas ou lacadas com o interior composto por folhas de bambu, de palmeira ou capim, tratadas para evitar o apodrecimento por fungos, insetos e humidades, com os topos fechados com perfil de bambu, exteriormente é solo cimento no interior junto a este para remate final dos possíveis buracos existentes. O

⁷ A opção pelo sistema de lajetas pré-fabricadas permite diminuir os trabalhos de cofragem e descofragem e permite recorrer à modulação que torna os trabalhos mais repetitivos, mais simples e maior produtividade.

⁸ A espessura irá variar em função da espessura dos perfis de bambu, sendo que para a construção deste painel se utilizará a parte mais próxima da copa do bambu, parte de menor diâmetro e espessura.

objetivo será o de fornecer isolamento térmico à cobertura⁹. A cobertura terá uma cor clara e com elevado poder de refletância excetuando a chaminé solar que terá uma cor escura ou com elevado poder de absorção da radiação solar;

- **Tetos** construídos em entrançados de folhas de palmeira com bambu, tratados, pintados de branco ou cor clara com uma tinta de baseada em produtos que não libertem substâncias perigosas. Em todos os compartimentos existirá uma abertura tipo alçapão para ventilação;
- **Pavimentos interiores** construídos com uma sub-base num enrocamento de pedra com uma altura mínima de 10 cm, com granulometria variada de modo a que não fiquem buracos, compactada. A seguir será espalhada uma pequena camada de areia, sem inertes grossos, sobre a qual será colocada uma membrana impermeabilizante para evitar a migração de humidades do terreno para o pavimento, do tipo filme de polietileno de baixa densidade (LDPE), com uma densidade mínima de 1 kg/m², sem juntas e prolongado pelas laterais até ao limite superior do pavimento final, sobrepondo à camada impermeabilizante do lintel. Após esta camada será colocado pavimentos constituído por duas camadas de solo cimento bem compactadas com cerca de 5 cm de espessura, totalizando no final 10 cm, sobre qual será assente o revestimento final. Este será colocado conforme as indicações dos futuros utilizadores das habitações que escolherão o pavimento conforme as suas potencialidades económicas. Na cozinha e nos sanitários será aplicada uma pintura de pavimento, assim como se os futuros utilizadores não tiverem ou não quiserem aplicar um revestimento final;
- **Revestimentos de paredes** serão revestidas com argamassa feita com terra selecionada, areia, cal e fibras, tanto as interiores como as exteriores. Após a secagem deste revestimento as paredes poderão ser pintadas com uma tinta feita à base de cal, fixador e corante ou uma tinta de elevada permeabilidade para que faça pouca interferência com a capacidade da terra em absorver e emitir vapor de água. A cor utilizada será preferencialmente a branca ou tons de tonalidade muito clara, estando proibidos os tons escuros e com pouco poder de reflexão. As paredes das zonas húmidas, casas de banho e cozinha, serão pintadas com uma tinta resistente à lavagem, ou se os moradores o quiserem e tiverem capacidade financeira para isso, serão revestidas com revestimentos cerâmicos;
- **Portas, janelas, aberturas de ventilação e proteções**, as portas e as janelas serão construídas com materiais locais, madeira ou bambu, as janelas levarão proteções contra a radiação solar e outros, feitas em entrançado de bambu tratado ou madeira local. Todas as aberturas de ventilação levarão rede mosquiteira, metálica no

⁹ Outra possibilidade no caso de ser difícil de conseguir este sistema será um painel *sandwich* mas com interior livre de modo a criar uma cobertura dupla e ventilada com a chapa de cobertura que é exposta ao sol ter alto poder de refletancia.

exterior (preferencialmente em inox) e em rede plástica nas zonas interiores. As aberturas de ventilação para arrefecimento da massa térmica, situadas junto ao pavimento levarão um sistema de fecho interior (de correr ou deslizar), as situadas no teto e na chaminé solar levarão um sistema de abertura por dobradiça, as interiores serão construídas com o mesmo sistema do teto e as exteriores com a mesma chapa da chaminé solar. As proteções solares das janelas serão construídas com bambu tratado ou madeira e a exemplo das janelas serão de abrir.

Com estas soluções construtivas procura-se maximizar a utilização dos materiais locais, o fomento da produção dos mesmos, a utilização de recursos renováveis, assim como apresentar soluções construtivas simples que possam utilizar mão-de-obra local e incluir tarefas repetitivas que exigem poucas qualificações, permitindo assim diminuir as necessidades de formação da mão-de-obra local e também poder ser um modelo que poderá ser replicado noutros locais onde existam condições idênticas, ou servir de base para outros locais com algumas alterações nas soluções construtivas.

8.5.2.2. Redes internas de águas, energia, esgotos e equipamentos

As soluções apresentadas serão simples, compatíveis com a construção em terra e com materiais de preferência locais, mas que também sejam duradouros e cumpram os requisitos de satisfação das necessidades. Assim considera-se:

- **Redes de água** à vista fixadas às paredes, construídas com tubo multicamada incluindo torneiras e acessórios, sendo todas as torneiras com dispositivos economizadores de água (reductor de caudal e introdução de ar). A água que será utilizada nas sanitas e uma torneira exterior, será água direta da rede, a restante terá uma rede separada e virá de um depósito após tratamento no coletor solar. Não terá rede de água quente, uma vez que no tratamento esta já é aquecida e a que descarregará do reservatório será água quente;
- **Rede de energia e iluminação monofásica** à vista fixadas às paredes ou colocada oculta na parte superior dos tetos, com aparelhagem saliente com pelo menos duas tomadas em cada quarto, sala e cozinha e uma tomada nos restantes compartimentos. Incluirá lâmpadas do tipo led com as potências iluminação mínimas de; 900 lumens em cada um dos quartos secundários (9 a 10 W em lâmpadas led), 1300 lumens no quarto principal (13 a 15 W), 1800 lumens na sala (cerca de 20W), 1300 lumens em cada uma das cozinhas (interior e exterior) e também sobre as portas de entrada, 600 lumens na casa de banho principal e, 400 lumens no corredor e na casa de banho secundária (exterior);
- **Louças sanitárias e outros equipamentos de casa de banho e cozinha** – sanitas e lavatórios de coluna, cerâmicos, com sanitas de limpeza e descarga otimizada com autoclismo com descarga dupla (parcial e total), a rede de água das sanitas será

direta da rede. Na cozinha será instalada um pia lava-louça em inox. O quarto de banho principal terá uma base de chuveiro construída inserida no pavimento e pintada com tinta epóxi adequada ou revestida com cerâmicos. Caso manifestem interesse e tenham disponibilidade para pagar o custo adicional, poderá ser instalada ou construída uma banheira;

- **Rede de drenagem interna de esgotos** construída em tubos de PVC colocados no pavimento com separação das redes de águas cinzas e negras (as águas do lava-louça da cozinha e das sanitas). As redes (ou equipamentos) serão sifonados e as caixas ventiladas. As redes de águas cinzas serão tratadas no próprio lote e as negras serão tratadas numa rede pública que as recolherá.

8.5.2.3. Ventilação e climatização

Como se trata de uma local de clima quente e predominantemente seco com uma elevada taxa de humidade ambiental, a opção pela construção em terra com paredes interiores e exteriores com elevada inércia térmica permite com o sistema de ventilação noturna, e com uma correta utilização dos sistemas de aberturas e de controlo da radiação se consiga obter uma solução de conforto interior, sem recorrer a sistemas eletromecânicos, mesmo considerando que esta localidade se situa numa zona do litoral em que as diferenças térmicas são muito próximas ou abaixo do limite mínimo¹⁰ considerado por Givoni para a associação destas duas técnicas passivas de criação de condições de conforto.

Procurou-se retirar do interior da habitação todas as possíveis fontes de calor que pudessem ser removidas, como a combustão para cozinhar que se passou para o exterior e criou-se a cozinha numa área afastada do restante da habitação, duplicou-se a possibilidade de ventilação desta com a inclusão de duas janelas o que permite ter uma área de cerca de 30% de abertura em relação ao pavimento.

Criou-se um sistema de ventilação baseado numa chaminé/telhado solar que também permite aproveitar os ventos. Durante os dias de maior insolação aproveita o efeito de subida do ar quente, o aumento da velocidade deste e do poder de sucção associado com a existência de aberturas com possibilidade de controlo junto ao pavimento e colocadas à sombra de plantas com efeito repelente que captam o ar mais fresco existente junto ao solo e influenciado por estas plantas, para o interior que sobe em direção às aberturas colocadas no teto e é puxado para o exterior pelo efeito da sucção da chaminé solar (figura 98 da página seguinte).

¹⁰ Para esta localização os intervalos de temperatura entre a máxima e a mínima situam-se entre o 6 a 11 °C.

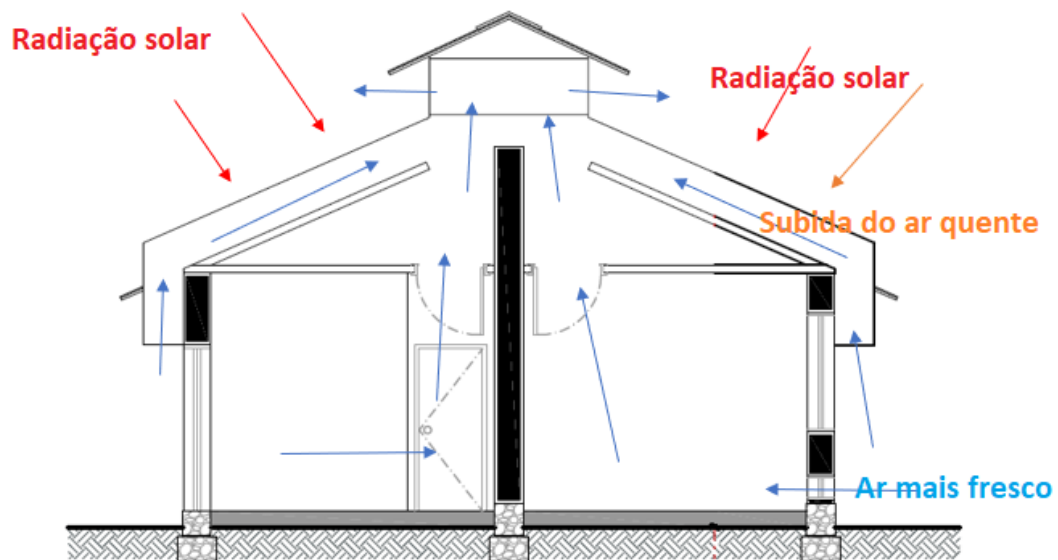


Figura 98 - Funcionamento do sistema de ventilação com base na radiação solar

Durante a noite a chaminé solar funcionando em sentido inverso em virtude de o arrefecimento da chapa arrefecer o ar no interior do canal e a descida deste puxar o ar quente interior. Esta chaminé será uma conduta metálica construída com uma estrutura interior em bambu tratado colocada em cima do painel sandwich da cobertura e será pintada com uma cor escura ou com elevado poder de absorção da radiação (figura 99).

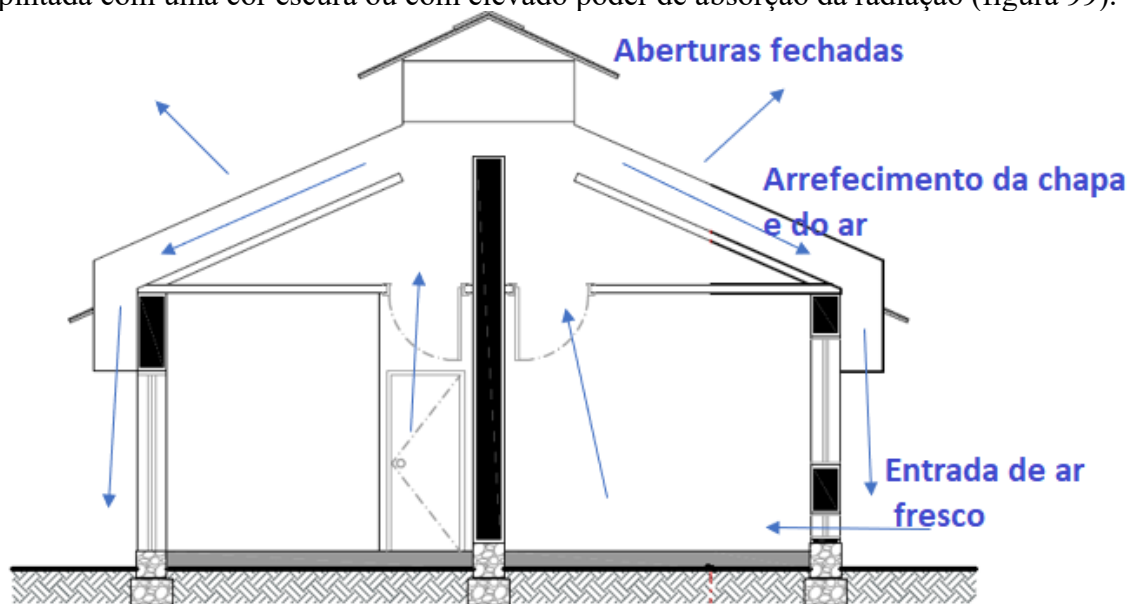


Figura 99 - Funcionamento do sistema de ventilação durante a noite

Nos dias em que existe vento esta chaminé/telhado permite encaminhar estes para a conduta e contribuir para a saída do ar quente interior (figura 100 da página seguinte).

Todas as aberturas exteriores desta conduta levarão rede mosquiteira metálica¹¹ para evitar a entrada de insetos e outros animais. A chaminé superior de saída do ar quente terá a possibilidade ser fechada através de portadas que dobram para o interior e podem ser movimentadas a partir do interior da habitação com uma vara com gancho através das aberturas de ventilação existentes no teto da sala. Os quartos e a sala estão ligados a este sistema de ventilação com uma abertura no teto, sendo que a cozinha e casa de banho não terão abertura para ventilação, sendo a ventilação garantida através das janelas, isto para evitar a possível propagação do calor da atividade de cozinhar e maus cheiros da casa de banho.

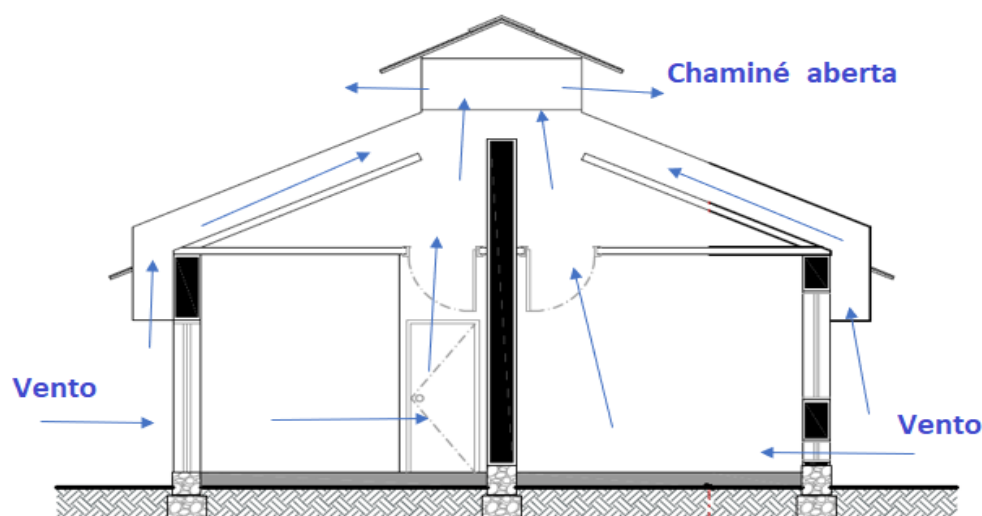


Figura 100 - Funcionamento do sistema de ventilação com o aproveitamento dos ventos

Para além do efeito de ventilação as paredes de adobe permitem aproveitar o efeito da inércia térmica e o efeito de absorção ou libertação de humidade pelas paredes de terra com o efeito desta na absorção de energia com a mudança de estado da água de líquido existente no interior das paredes para gasoso e vice-versa.

Não são necessários ganhos térmicos, o local é de clima quente, se os ocupantes desejarem podem manter as temperaturas interiores com o fecho das aberturas e deixar entrar a radiação através das janelas.

8.5.2.4. Proposta de equipamentos a incluir na habitação

Fogão solar

Como proposta para a diminuição dos custos com as necessidades de energia para a confeção de alimentos e eventualmente em casos onde possa ser necessário o tratamento

¹¹ A inclusão desta rede vai diminuir os efeitos pretendidos e limitar a utilização de cálculos matemáticos do poder de ventilação deste sistema, mas é imprescindível para controlo dos vetores de doenças infectocontagiosas.

de água através de processos de pasteurização, propõe-se a instalação de fogões solares com reserva de calor latente por pedras e óleo alimentar usado e filtrado antes da sua introdução o reservatório. Este sistema permite a confeção de refeições durante o dia, o início da noite e a confeção de uma refeição ligeira durante o início da manhã, não tendo consumos de energia e com um prazo de vida útil grande, sem manutenção, necessitando só de limpeza. Propõe-se um modelo de fogão (figura 101) idêntico ao apresentado por Schwarzer & Silva (2003), cujos custos de produção não são muito elevados e que se este modelo for desenvolvido em termos de produção industrial e colocado nos projetos de habitação social, aumentando assim a sua produção e industrialização, pode ver os custos diminuídos.

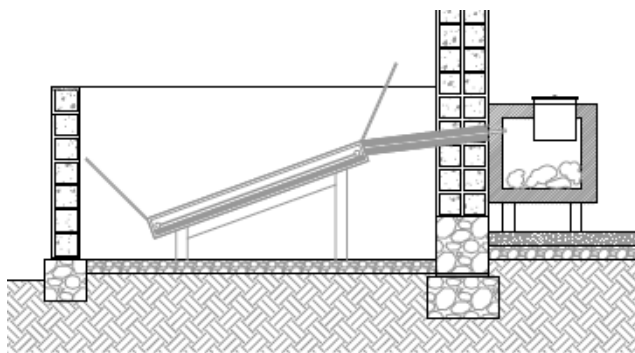


Figura 101 - Proposta de fogão solar (baseado em Schwarzer & Silva, 2003)

Para aumento da eficiência e uma vez que o coletor será fixo propõe-se a instalação de coletores solares parabólicos compostos. Embora as necessidades de óleo alimentar para enchimento do tanque sejam diminuídas com a inclusão de pedras, este terá por base óleos alimentares usados que serão recolhidos em restaurantes e outros e filtrados antes da sua inclusão no reservatório que vai armazenar o calor sensível.

Como proteção ao coletor solar do fogão serão construídas paredes que serão pintadas de branco ou revestidas a uma chapa pintada com tinta refletora, tendo estas paredes também alguma inclinação, se forem revestidas a chapa, para haver uma maior reflexão e encaminhamento dos raios solares.

Fogão melhorado a lenha

Como este projeto se destina a uma zona de clima tropical e há a necessidade de reduzir ao máximo as atividades internas que originem ganhos de calor, optou-se por colocar o fogão melhorado a lenha numa zona semiexterior. Para além deste aspeto esta localização permite que haja uma maior qualidade do ar interior, uma vez que deixa de haver a contaminação deste com fumos originados pela combustão da biomassa, mas também da confeção dos alimentos, sendo que em Angola habitualmente fazem-se

cozinhados que só em locais com muita capacidade de renovação de ar se podem fazer (como os grelhados).

Este fogão a biomassa também terá um sistema de aquecimento do óleo do reservatório do fogão solar o que permitirá que haja um melhor aproveitamento da energia da biomassa e assim poder armazenar calor e poder cozinhar no interior da habitação mesmo algumas horas depois de se ter terminado a combustão de biomassa, permitindo também que em caso de fraca radiação solar se possa cozinhar no interior da habitação com o mesmo processo do fogão solar. A figura 102 mostra no lado esquerdo uma planta com as aberturas para encaixe das painéis e do tubo de escape dos gases com o esquema de ligação e da câmara de combustão. A figura do meio apresenta os tubos de recuperação do calor ou de tratamento de água por pasteurização. A figura do lado direito apresenta o fogão tipo alçado frontal.

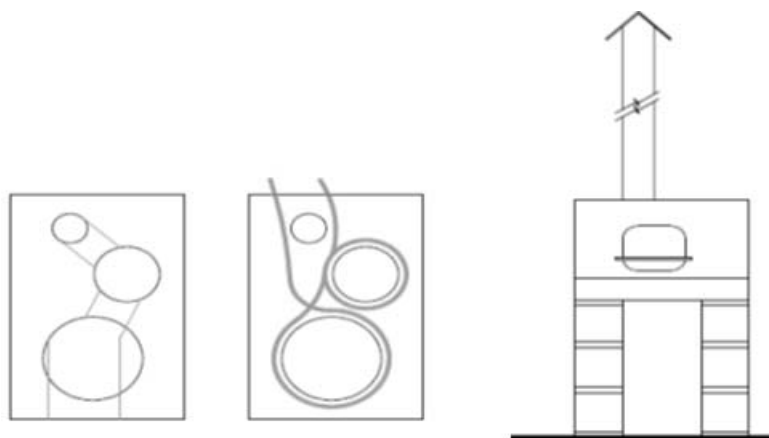


Figura 102 - Proposta de fogão melhorado a biomassa com recuperador de calor

Com este fogão e a exemplo do proposto por Christen et al. (2009), modelo WADIS, pode-se criar um sistema de tratamento de água por pasteurização, com base num sistema de diferenças de volume da água em função da temperatura, que atingindo uma determinada temperatura necessária à pasteurização da mesma ela ultrapassa um determinado nível e vai para um recipiente de água pasteurizada.

Coletor solar para aquecimento de água ou tratamento de água

Para o tratamento de água potável e atendendo a que só se vai destinar esta a cozinhar, banhos e lavagem de roupa, estima-se um consumo de máximo de 50 litros por pessoa por dia (que é um valor recomendado pela OMS). Assim e atendo a forte radiação solar existente nos dias de maior prevalência do sol descoberto que também são os dias com maiores necessidades de água potável, há a necessidade de instalar um coletor solar composto com um comprimento total de tubos coletores de cerca de 12 m numa habitação para 6 pessoas, que será a habitação tipo desenvolvida neste trabalho, que corresponderá a um painel solar com funcionamento por termosifão e válvula

termostática com 8 tubos coletores de cerca de 1,5 m a funcionar em série ou seja, uma entrada e uma saída e a válvula eletromecânica ser colocada antes do último tubo. A figura 103 apresenta um esquema de funcionamento deste sistema de tratamento



Figura 103 - Proposta de sistema de tratamento de pasteurização

Tratamento de águas cinzas

As águas cinzas das construções (habitações e outras) serão tratadas nos locais onde serão geradas com base numa recolha separada em relação às águas com maiores concentrações. O sistema de tratamento será baseado no modelo apresentado na figura 104 e já foi referido anteriormente.



Figura 104 - Proposta de sistema de tratamento de águas cinzas

Compostagem

A compostagem será feita no próprio lote com a inclusão no mesmo de um compostor e também no local de seleção e preparação de resíduos pertencente ao sistema de tratamento de comunitário. Neste local só serão tratados resíduos biodegradáveis de origem pública ou de entidades que não queiram fazer a compostagem, sendo que estas devem pagar os custos do serviço de compostagem no tratamento comunitário. Junto aos locais de compostagem serão colocadas plantas repelentes e as escorrências serão encaminhadas para tratamento, no lote para o tratamento por raízes das águas cinza e na compostagem comunitária encaminhados para o tratamento dos efluentes de águas negras comunitárias.

8.5.3. Proposta de modelo de gestão

Para a construção (figura 105, página seguinte) haverá duas etapas distintas que serão uma etapa inicial referente ao projeto e ao planeamento, que têm por principais

objetivos fazer o levantamento rigoroso da situação existente, das potencialidades construtivas de cada família, ou seja, das potencialidades económicas que estas têm, ou em alternativa, das potencialidades de contribuírem com mão-de-obra ou materiais para a construção da sua habitação e também das outras.

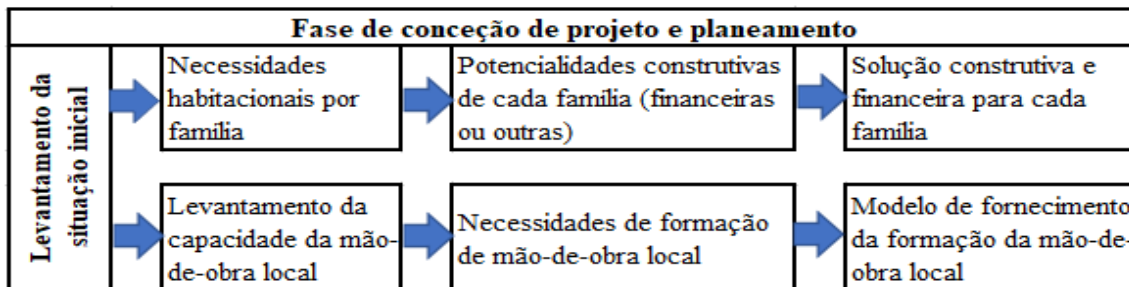


Figura 105 - Modelo de conceção do projeto e de planeamento

Ao mesmo tempo será feito um levantamento das potencialidades da mão de obra e em função deste, das necessidades de formação. Esta etapa inicial também nos irá dar as informações sobre as situações de risco e mais urgentes em que serão consideradas situações prioritárias, quer em termos de habitação, quer em termos de infraestruturas, de mão-de-obra e também das potencialidades de valorização de habitantes em risco.

Planeamento da construção

O planeamento da construção começa com a formação dos operários, apos o qual se começará a produção local de materiais de construção com a montagem do estaleiro de produção de materiais. A produção de materiais vai necessitar de terra e de bambu. Este existe localmente, mas em quantidades que não satisfazem as necessidades, pelo que a primeira etapa será o aumento da plantação de bambu, como este consegue crescer num prazo de cerca de 5 anos é necessário proceder à sua plantação logo no inicio da fase de conceção do projeto. A terra para os blocos de adobe e os inertes resultantes da seleção da mesma serão conseguidos com a implantação das infraestruturas e dos lotes. Após um levantamento inicial que determinou as situações de maior risco que definirão as construções prioritárias. Este modelo de construção não permite que a construção da aldeia se faça num curto espaço de tempo, mas sim que se prolongue por vários anos, mas só dessa maneira se conseguirá ter condições para a utilização de materiais e mão-de-obra local.

8.6. Avaliação segundo o LiderA PD

Para a vertente *Integração Local* (tabela 59 da página seguinte) este projeto obteve classificação A++ em termos de *Valorização Territorial*, *Integração Paisagística* e *Paisagem e Património*. Nas outras obteve classificação A. Esta classificação justifica-se em virtude de na elaboração deste projeto o LiderA PD ter servido de base para a

execução do mesmo e se procurar fazer um projeto de desenvolvimento sustentável com base na melhoria das condições das populações e não desenvolvimento económico e social.

Em termos da vertente *Recursos* o projeto obteve a classificação máxima em termos de *Desenho Passivo e Produção Local de Alimentos*, isto porque o lote prevê uma área para agricultura urbana com o aproveitamento das águas cinzas tratadas para rega e a inclusão de plantas (árvores) que podem ser utilizadas na alimentação humana e animal e, porque o projeto foi concebido para ser uma construção bioclimática com materiais locais. A pior classificação foi a conseguida em termos de *Durabilidade*, classificação E, porque muitos dos materiais utilizados na construção têm uma durabilidade pequena, mas mesmo assim superior à de muitas das construções existentes no local.

Tabela 59 - Avaliação e classificação da vertente *Integração Local*

Ver ten tes	Área	Crítério	Classifi cação	Avaliação - justificação
Integração local	Solo	C1 - Valorização Territorial	A++	Solos já ocupados e contaminados que vão ser tratados. Prevista criação de emprego. Previstas criação de infraestruturas sustentáveis. Proposta de PDM. Proposta de títulos de propriedade.
		C2- Otimização ambiental da implantação	A	Solo livre entre [60-70] % Aproveitamento dos ventos dominantes para ventilação natural.
	Ecossistemas Naturais	C3- Valorização ecológica	A	A área verde do lote é de 66%, 4 árvores, selecionadas para criar biomassa (tefrósia e serbania), ser repelentes (Nim), poderem ter fins alimentares, biomassa e repelente (moringa). A colocar em ruas, canal, tratamento de esgotos e zonas húmidas, nestes locais também o bambu. As aberturas de ventilação, zona de tratamento de efluentes com plantas repelentes como o chá de caxinde e o cravo do defunto e árvores (Nim).
		C4- Impacto nos habitats existentes	A	O perímetro exterior do lote tem todo ele arborização. Existem zonas de água parada permanente e as temporárias vão ser tratadas com arborização. Não há conhecimento da existência de animais perigosos na região. Estão previstas medidas que na construção do projeto procurem salvar a zona de mangal.
	Paisagem e Património	C5- Integração Paisagística	A++	A volumetria corresponde à existente no local e as características construtivas também. Os materiais são os utilizados localmente e foram adaptados às exigências atuais de habitabilidade. Foram criadas condições para a valorização da malha urbana. O projeto foi concebido tendo em conta os aspetos sociais e culturais, em termos de usos e costumes.
		C6- Proteção e Valorização do Património	A++	Um dos objetivos deste projeto é a melhoria da habitabilidade, da capacidade de utilização e das tecnologias de construção locais e pretende-se criar uma entidade arquitetónica social e cultural que sejam fatores de diferenciação podendo ser considerado um fator turístico, com base tradições culturais e sociais e a manutenção das mesmas.

A classificação dos critérios *Energia e Consumo e Fornecimento de Água Potável* também foram baixas em virtude de o local não ter energia e a produção conseguida com a monídrica permite satisfazer as necessidades, mas com limitações ao não uso de equipamentos eletromecânicos de climatização (que se as construções forem bem utilizadas não serão necessários), quanto à água potável a classificação é em virtude dos consumos também serem limitados (tabela 60).

A vertente *Cargas Ambientais* (tabela 61, situada na página seguinte) tem de uma maneira geral uma boa classificação com 3 critérios com classificação máxima e nenhum deles com classificação inferior a A. Isso foi conseguido essencialmente com o sistema de tratamento de efluentes e de resíduos sólidos, assim como do sistema de construção com base em materiais locais renováveis de baixo impacto.

Tabela 60 - Avaliação e classificação da vertente *Recursos*

Ver ten tes	Área	Critério	Classifi cação	Avaliação - justificação
Recursos	Energia	C7- Energia	C	Não existem linhas próximas, nem rede de distribuição de energia. Existe um projeto de produção de energia hídrica, mas a capacidade de produção dele fica limitada pelos fatores de produção existentes (desnível, caudal e tipo de construção), e vai ter limitações no consumo.
		C8- Desenho Passivo	A++	As aberturas estão no sentido sul norte e aproveitam as condicionantes naturais, como a orientação em relação ao sol e ventos dominantes, também tem sistemas de sombreamento. O telhado protege as paredes da radiação solar direta nos períodos de maior intensidade desta. Todos os compartimentos têm uma área de vão igual ou superior a 10%, e têm vãos. Existem sistemas de ventilação base nas diferenças térmicas e nos ventos e na ventilação natural cruzada com possibilidade de controlo, junto ao pavimento, no teto e através de um sistema de telhado/chaminé eólica/solar.
		C9- Intensidade em Carbono	A	Estão incluídos no projeto a construção de fogões solares e a biomassa melhorados. Toda a iluminação será led. Toda a energia é de fontes renováveis, no entanto a potencia de consumo está limitada. Está previsto o tratamento e aquecimento solar de água
	Água	C10- Consumo e fornecimento de água potável	C	Está prevista uma captação e tratamento parcial de água com um fornecimento mínimo de 100 litros por dia por habitante, o tratamento na habitação está dimensionado para ser de 50 litros por pessoa por dia. Está previsto utilizar equipamentos redutores de consumo. As espécies previstas têm poucas necessidades de rega.
		C11- Gestão das águas locais	A	As águas pluviais do edifício e dos terrenos no interior do lote serão encaminhadas para a pequena lagoa existente para serem utilizadas em lavagens e na rega da agricultura urbana. A erosão provocadas pelas chuvas será minimizada com cobertura vegetal. Está previsto a recolha das águas nas áreas impermeabilizadas.
	Materiais	C12- Durabilidade	E	Embora a construção prevista tem durabilidade superior à da construção existente no local, no entanto necessita de manutenção e tem alguns elementos com duração inferior a 50 anos, como as coberturas, portas e janelas. Os equipamentos têm uma duração estimada de mais de 15 anos. Os acabamentos mais de 5 anos.
		C13- Materiais locais	A+	No total em termos de peso em relação ao total os materiais não locais representam 21%.
		C14- Materiais de baixo impacto	A	Todos os materiais locais têm baixo impacte, no entanto após a aplicação de alguns dos produtos de proteção em materiais locais, estes passam a ter um impacte superior, embora sejam em pequena quantidade.
	Alimentares	C15- Produção local de alimentos	A++	O lote tem uma área destinada para agricultura urbana e serão criadas condições para o desenvolvimento desta. Com o planeamento de outras atividades (criação e secagem de peixe) estão criadas condições para satisfazer em pelo menos 90% as necessidades alimentares.

A vertente *Conforto Ambiental* (tabela 62 da página seguinte) tem classificação máxima (A++) em termos de níveis de qualidade do ar, que a ventilação natural vai permitir ter elevado número de renovações e a inclusão de plantas e proteções vai permitir controlar pragas e também odores. O conforto térmico está garantido durante quase todos os dias do ano, existindo só alguns (poucos) dias de forte insolação durante todo o dia (muito raro acontecer) ou de forte humidade ambiental (o que também raramente acontece). O

conforto em termos de iluminação e sonoro tem classificação um pouco mais reduzida por causa do controlo dos custos deste tipo de habitação, ficando-se por classificação B.

Tabela 61 - Avaliação e classificação da vertente *Cargas Ambientais*

Ver ten tes	Área	Crítério	Classifi cação	Avaliação - justificação
Cargas Ambientais	Efluentes	C16- Redes e tratamento das águas residuais	A++	Estão previstas redes de recolha e tratamento de águas cinzas e de águas negras, sendo as cinzas tratadas no próprio lote e as negras recolhidas em rede pública. Todas elas serão tratadas em Fio-ETAR. A capacidade de tratamento é superior às necessidades iniciais e todos efluentes são tratados localmente.
		C17- Caudal de reutilização de águas usadas	A	Todas as águas cinzas serão reutilizadas. As águas negras serão utilizadas na produção vegetal sem fins alimentares ou de contato prolongado com o homem ou de fontes de alimentação.
	Emissões atmosféricas	C18- Caudal de emissões atmosféricas	A	As emissões atmosféricas serão reduzidas com a utilização de fogões solares e de fogões melhorados a biomassa. Os materiais de construção têm poucas emissões. As emissões são só as referentes aos produtos de tratamento de preservação de produtos de origem vegetal, mas sem base em formaldeídos.
	Resíduos	C19- Produção de resíduos	A++	A construção com base em terra, com a seleção da terra e reaproveitamento dos produtos da seleção (terra vegetal, pedra e areias) tem resíduos quase nulos. O aproveitamento total do bambu e outras plantas (como partes de estruturas, vedações e material isolante). A prefabricação de peças para ombreiras, padieiras e lintéis evita desperdícios. Vai ser feita recolha seletiva e reaproveitamento dos resíduos. Existirá um plano de gestão ambiental e de resíduos.
		C20- Gestão de resíduos perigosos	A	Estão previstas plantas repelentes e com funções de controlo de pragas para evitar o uso de pesticidas. Os produtos utilizados na preservação e tratamento serão predominantemente não perigosos. Existirá um local de recolha de resíduos perigosos com um plano de gestão dos mesmos.
		C21- Reciclagem de resíduos	A+	Está previsto um sistema de recolha seletiva de resíduos. Os resíduos orgânicos serão tratados por compostagem no lote e também na unidade de seleção e tratamento de resíduos. Vão ser criadas atividades de artesanais de valorização de resíduos, com apoio de formação.
	Ruído Exterior	C22- Fontes de ruído para o exterior	A+	Não existem equipamentos mecânicos produtores de ruídos. As paredes têm elevada espessura. A cobertura é em painel tipo sandwich (interior em folhas vegetais ou ervas/palhas).
Pol. Ilumino-térmica	C23 – Efeitos térmicos (ilha de calor) e luminosos	A++	As ruas terão arborização. Os pavimentos das ruas e passeios serão drenantes e de cor clara. A envoltura dos edifícios será de cor clara. A iluminação pública ligará com base em sensores de movimento.	

Tabela 62 - Avaliação e classificação da vertente *Conforto Ambiental*

Ver ten tes	Área	Crítério	Classifi cação	Avaliação - justificação
Conforto Ambiental	Qualidade do ar	C24 – Níveis de qualidade do ar	A++	A habitação está orientada e concebida com sistemas de aproveitamento e fomento da ventilação natural, com sistemas de abertura controlada (chaminé eólica e solar), com todos os compartimentos a ter possibilidade de ventilação cruzada. Não existem atividades que provoquem a combustão interna. As plantas previstas permitem fazer o controlo de pragas. Os materiais têm reduzidos produtos com COV.
	Conforto Térmico	C25- Conforto térmico	A+	A habitação está concebida em termos bioclimáticos com; elevada inércia térmica, orientação adequada ao local e clima, os espaços que influenciam o conforto são separados (cozinha), existe aproveitamento da ventilação natural e sistemas de fomento desta (chaminé/telhado solar e eólico). Estima-se que só 9% dos dias não existirá conforto interno.
	Iluminação e Acústica	C26- Níveis de iluminação	B	Todos os compartimentos têm luz natural. As aberturas têm mais de 10% de área em relação ao pavimento. As cores interiores serão claras. O fator de luz do dia é médio em todos os compartimentos. Na iluminação artificial os compartimentos principais terão um mínimo de 200 lux.
C27 – Conforto sonoro		B	Não existem fontes interiores de ruído. O edifício não tem nas proximidades fontes de ruído. Os pavimentos internos não são transmissores de ruído.	

Os principais pontos negativos na vertente *Adaptabilidade Socioeconómica* (tabela 63) dizem respeito à mobilidade e ao acesso aos transportes públicos. Os transportes

públicos são raros, nem sempre os horários e preços são conhecidos, embora muitos dos preços estejam estabelecidos regulamentarmente. Mas comparando com outras situações a aldeia não está tão isolada como muitas outras localidades. Promover a melhoria dos transportes públicos é difícil e depende da vontade e disponibilidade financeira das entidades governamentais e das populações.

 Tabela 63 - Avaliação e classificação da vertente *Adaptabilidade Socioeconómica*

Ver ten tes	Área	Crítério	Classifi cação	Avaliação - justificação
Adaptabilidade Socio-Económica	Acesso para Todos	C28 – Acesso aos transportes públicos	C	Os únicos serviços de transportes públicos que passam no interior da aldeia são os chamados táxis coletivos e as mot-taxi. Os preços são conhecidos. Existe um brigo precário para esperar junto à estrada nacional pelos transportes públicos.
		C29 - Mobilidade	E	Existem caminhos/passeios pedonais, tendo alguns, dentro dos aglomerados iluminação pública.
		C30 – Soluções inclusivas	B	Trata-se de um moradia com um só piso, que permite ser adaptada para pessoas de mobilidade reduzida.
	Diversidade Económica	C31 – Flexibilidade - Adaptabilidade aos usos	D	As tubagens serão exteriores ou colocadas em calhas técnicas. Existe logradouro e espaço na frente do lote o que permite criar pequenas atividades económicas.
		C32 – Dinâmica económica	A	O local tem recursos naturais renováveis (rio, bambu, oceano) que vão ser utilizados na construção e para o fomento de atividades económicas. Está previsto um plano de desenvolvimento local com formação profissional e apoio à criação de microempresas.
		C33 – Trabalho local	A++	O trabalho de construção será feito com base nas pessoas locais às quais será dada formação. Os materiais de construção serão essencialmente locais e renováveis. A manutenção e funcionamento das infraestruturas será feita com base em pessoas locais a quem foi dada formação.
	Amenidades e Interação Social	C34 – Amenidades locais	A	Vão ser melhoradas as infraestruturas existentes e criadas novas, como uma escola de formação profissional. No local existe, rio, mar e praia. Os terrenos agrícolas vão ser melhorados com a implementação do canal de produção de energia, peixe e rega.
		C35 – Interação com a comunidade	A	Todos os edifícios interagem com espaços públicos. Está prevista a criação de um parque e zona verde no centro da zona destinada aos equipamentos sociais. Está prevista a criação de um espaço cultural.
	Participação e Controlo	C36 – Capacidade de controlo	A+	É possível controlar as aberturas dos edifícios incluindo as de ventilação, iluminação e sombreamento dos vãos. Existem sistemas de controlo da entrada de insetos e animais nas aberturas de ventilação (redes mosquiteiras metálicas).
		C37 – Participação e governância	A++	O projeto será feito com a participação de todos. As tomadas de decisão serão feitas com base nas populações. Existirá formação pré-ocupação. Existirá uma equipa local de gestão do empreendimento apoiada pelo promotor.
		C38 – Controlo dos riscos naturais	A	Os riscos naturais foram identificados e implementadas soluções. A erosão será limitada com o controlo das águas pluviais e o aumento da cobertura vegetal. As inundações serão controladas com a implantação dos lotes e a não construção abaixo dos 13 m em relação ao nível do mar. As zonas de águas paradas serão eliminadas (alteamento e arborização). As construções terão em conta o possível aumento dos ventos e das fortes chuvadas.
		C39 – Controlo das ameaças humanas	A	Todas as fachadas principais serão viradas para a rua. Existirá iluminação pública. As árvores nas ruas serão de médio ou grande porte. Todas as aberturas terão sistemas de fecho e controlo.
	Custos no Ciclo de Vida	C40 – Custos no ciclo de vida	A+	Todos os equipamentos tem baixo consumo. Existem sistemas de poupança de energia e de água. Os materiais podem ser reciclados e são de produção local.

Os principais pontos positivos dizem respeito à capacidade do projeto em contribuir para o trabalho local, quer seja na fase de construção ou na de utilização, com o uso de materiais e técnicas que localmente são utilizadas, embora de uma forma não muito

correta. O projeto também foi pensado para contribuir para o desenvolvimento local em termos económicos e sociais. Para além disso e como as populações locais têm poucos rendimentos, as soluções utilizadas permitem ter baixos custos de utilização e as manutenções podem ser feitas com base em materiais e mão-de-obra local.

Por último a vertente *Gestão Ambiental e Inovação* (tabela 64) obtém resultados excelentes na avaliação segundo o LiderA PD essencialmente por causa das soluções construtivas, do modelo de gestão e do contributo das soluções, que são nalguns casos novidades para o local e permitem contribuir para o desenvolvimento sustentável do local.

Tabela 64 - Avaliação e classificação da vertente *Gestão Ambiental e Inovação*

Ver ten tes	Área	Crítério	Classifi cação	Avaliação - justificação
Gestão Ambiental e Inovação	Gestão Ambiental	C41 – Informação ambiental	A+	Está previsto serem entregues plantas e manuais de todas as instalações e equipamentos. Será dada formação de como utilizar e diminuir os consumos.
		C42 – Sistema de gestão ambiental	A+	Será elaborado um manual de gestão ambiental do empreendimento. Será dada formação e criados técnicos locais de fiscalização (controlo e monitorização).
	Inovação	C43 - Inovações	A++	Na imagem de marca da aldeia associada ao desenvolvimento sustentável. Recolha e tratamento de efluentes. Recolha, tratamento e valorização de resíduos. Sistema de tratamento de água. Sistema de climatização e de criação de condições de conforto (chaminé/telhado solar/éolico). Desenvolvimento da identidade cultural e de atividades artesanais.

Após a aplicação do sistema de calculo do LiderA PD a pontuação final foi de 45,65% a que corresponde uma classificação A+, ultrapassando em 15,65% o limite mínimo da classificação A+ e ficando a cerca de 19,35% de obter o objetivo de atingir a classificação máxima A++ (figura 106).



Figura 106 - Avaliação final segundo o LiderA PD

Para se conseguir atingir a classificação máxima seria necessário propor alternativas naqueles critérios que têm classificação baixa. No entanto, na maior parte dos casos as melhorias poderiam incorrer em custos adicionais que dificilmente conseguirão ser suportados pelas populações da aldeia, como por exemplo, o aumento do fornecimento de energias renováveis (critério 7), o aumento da durabilidade (critério 12) e a área de *Acesso para Todos* que implicaria elevados custos em termos também de entidades públicas.

9. Discussão da abordagem e dos resultados

9.1. O problema e o âmbito

A sustentabilidade na construção da habitação social a custos controlados revela-se como um desafio essencial para Angola, mas é generalizado aos países em vias de desenvolvimento e não só.

A procura de equilíbrio ambiental, social e económico na construção é seguramente um desafio para quem regulamenta, projeta, constrói e até para quem usa e assegura a manutenção, como salientado por Pinheiro (2006).

O desafio ganha importância porque os PD (classificação menos utilizada, mas mais adequada seria países emergentes) devem promover e melhorar a qualidade de vida, onde a necessidade é maior, tal como advogado por du Plessis et al. (2002).

Como tal ainda está longe de ocorrer é por isso essencial a melhoria das condições de desenvolvimento das suas populações através da criação e melhoria das habitações adequadas (Sulemana, 1999 e Menson, 2004 citados por Obeng-Odoom, 2009) pois é absolutamente estrutural.

A perspetiva alargada da tese sobre a sustentabilidade na habitação, abrange não só a habitação isolada, mas a sua integração e procura de soluções associadas como a procura de energia, água, materiais, bem como a procura de tratamento dos efluentes reduzindo os problemas de poluição.

No entanto, se a habitação é essencial e o foco desta tese, existem outras dimensões do problema que são igualmente importantes e que algumas estão fora do âmbito da tese. Contudo são essenciais para a boa resolução do problema, nomeadamente, o urbanismo (infraestruturas), acessibilidade, dinâmica económica, incluindo criação de emprego, educação entre outras. Estas áreas são relevantes para potenciais desenvolvimentos futuros.

9.2. Hipótese, abordagem e inovação

A hipótese da tese proposta assume que é possível integrar a sustentabilidade em habitações a custos controlados em países em vias de desenvolvimento (zonas periurbanas/rurais) numa perspetiva alargada utilizando sistemas de avaliação da sustentabilidade.

A abordagem efetuada seria confrontada com um desafio se assentasse na inovação metodológica pura, onde a tipologia dos sistemas de avaliação, suas características,

modos de calcular essa sustentabilidade, por exemplo utilizando a avaliação ambiental de ciclo de vida, social ou económica ou ligando o edifício e urbanismo. Estas são também áreas nos quais a abordagem da inovação é essencial, não só para os países em desenvolvimento, mas de forma generalizada.

Uma outra possibilidade era inovar no sentido de criar uma aplicação que integrasse a informação dispersa (e menos disponível nos países em vias de desenvolvimento) num sistema que seja inovador pela sua facilidade e capacidade de aplicação em condições de reduzida informação e até de conhecimento tecnológico.

Pode-se discutir se esta abordagem consiste apenas na inovação na aplicação, mas não esta abordagem consiste também em inovar no ajustamento da metodologia, na sua simplificação e integração da informação social, passível de ser utilizada localmente.

Os prós e contras das duas abordagens são que a primeira teria um contributo científico metodológico mais evidente, mas potencialmente menos aplicável e limitado no contributo para uma efetiva disponibilização de uma abordagem para assegurar a sustentabilidade em habitações sociais específicas.

Na segunda opção pode ser questionada o seu contributo teórico puro, mas permite inovar no desenvolvimento ajustado, pode ser questionado por fazer um esforço de simplicidade (mas não simplista) em favor da aplicação e contributo para permitir a procura de soluções sustentáveis que urgem ser aplicadas.

A motivação do autor equilibra a procura de contribuir para inovar, com a necessidade de contribuir para desenvolver, pelo que a abordagem optada foi a segunda.

Pode-se questionar porque só na fase final explicitar esta discussão das opções, que foi desde início considerada nas possibilidades e depois na decisão, sendo a razão de só agora a colocar no enquadrar a discussão crítica da abordagem utilizada já à luz da sua aplicação e dos resultados.

Criticamente, pode-se dizer que esta abordagem, com a revisão da literatura e sistematização das soluções, obrigou a alargar a revisão tornando-a mais extensa, procurando concentrar os vários conceitos, abordagens e potenciais linhas de solução.

A razão, decorre da realidade dos PD, onde a formação obriga a uma abrangência limitada pelo acesso da informação. Assim a tese tem uma parte significativa de capítulos mais extensos para dar resposta a esta questão, enquadrando a construção e habitação social em Angola (capítulo 2), a sustentabilidade na construção (capítulo 3), a particularização da habitação social urbana e periurbana (capítulo 4) e o destaque da relação entre as condições locais e as soluções construtivas neste tipo de países (capítulo 5).

A revisão dos sistemas de avaliação da sustentabilidade (capítulo 6), já é mais compactada e suporta a proposta do modelo LiderA PD (capítulo 7), com as adaptações ao local e à tipologia de habitação social.

As propostas apresentadas baseiam-se também nas orientações indicadas na Agenda 21SCDC (du Plessis et al., 2002) e têm por objetivo contribuir para a melhoria da qualidade de vida das populações promovendo o desenvolvimento económico e social tendo em conta os aspetos sociais.

São propostas, princípios e especificações, porque nos PD os regulamentos e bases de dados são muito raras e as que existem são às vezes de difícil acesso. Para além disso existem poucos técnicos e a formação de muitos deles é menos aprofundada, existindo também menor número de especialistas (du Plessis et al., 2002; Ilesanmi, 2010).

Naturalmente para assegurar a sua aplicação, foram efetuadas simplificações e as especificações são estruturalmente orientativas, sendo complementadas por componentes prescritivas, tal como o modelo de base do LiderA o assume (Pinheiro, 2006).

Embora esta simplificação dos critérios possa ter aspetos negativos e levar a que o sistema seja menos adequado a alguns empreendimentos destinados a classes de rendimentos mais elevados, no entanto, a maioria da população não têm a possibilidade de aceder a este tipo de empreendimentos (Bredenoord & van Lindert, 2010b; CAHF, 2016). Nos casos em que se justifique, o modelo pode sofrer alterações para poder dar uma resposta adequada para estes casos.

Assim na proposta de alteração da Vertente – Integração Local, para além da simplificação dos critérios de medição e de atribuição da classificação procurou-se com as medidas e submedidas dar indicações para a resolução de problemas associados à falta de planeamento e da existência de estratégias que contribuam para o desenvolvimento das populações que necessitam de apoio na construção de habitação e no seu desenvolvimento pessoal, conciliando com a manutenção da biodiversidade ao mesmo tempo que a promoção de espécies que podem ajudar no controlo de propagação de doenças.

Na Vertente – *Recursos* o objetivo de reduzir o consumo e as emissões associadas a estes consumos foram simplificadas e procurou-se com as medidas que em primeiro lugar as populações tenham acesso a estes recursos de uma forma adequada, para depois se indicar quais as soluções mais adequadas, aquelas que têm menores consumos de recursos e menores custos de utilização, para poder libertar meios financeiros para as famílias utilizarem noutros fins. A produção local de alimentos vai ocupar mais solo,

mas é uma forma de contribuir para a diminuição das necessidades alimentares de algumas famílias e de se reaproveitarem alguns efluentes.

A Vertente – *Cargas Ambientais* tem como principal objetivo garantir que os serviços de tratamento de efluentes e resíduos existam, para depois indicar que as soluções que permitam fazer a reciclagem e reutilização são as mais vantajosas. Outro aspeto importante nesta vertente é o de contribuir para a diminuição dos efeitos da poluição que afetam atividades como cozinhar, indicando a utilização de sistemas baseados em energias renováveis. Embora exista simplificação dos critérios de avaliação da pontuação, os créditos são obtidos de acordo com a economia dos sistemas e com a utilização de sistemas baseados em energias renováveis.

Na Vertente – *Conforto Ambiental*, por exemplo na questão do conforto térmico, embora se tenham alterado as temperaturas de conforto para valores indicados por Givoni (1998) para os PD, exige-se que na classe E pelo menos em 70% das horas por ano se tenha conforto. Para haver garantias de se conseguir este valor ou melhores haveria que ter materiais certificados e fórmulas de cálculo adequadas às populações locais, ou fazer medições em soluções protótipos, ficando assim a análise deste critério e de outros que se baseiem em cálculos que exigem bases de dados de difícil avaliação. No entanto para complementar esta avaliação este critério também atribui créditos em função de soluções passivas que são mais fáceis de identificar e que promovem a ventilação, iluminação e conforto acústico.

Na Vertente – *Adaptabilidade Socioeconómica*, aquela que passou a ser a mais importante em termos de peso final, procurou-se com as medidas e os fatores de avaliação dos critérios contribuir para o desenvolvimento económico e social através da indicação de que é necessário procurar soluções que fomentem a criação de emprego local, na fase de construção e na de utilização/manutenção, utilizando recursos locais, de preferência renováveis, colocando mais uma vez como mais importante os fatores económicos e sociais, mas tendo implicações positivas também em termos dos impactos ambientais.

Por último na Vertente – *Gestão Ambiental e Inovação*, incentiva-se para a primeira a necessidade de serem criados manuais e dada formação e para a segunda a necessidade de desenvolvimento de tecnologias baseadas nos recursos locais.

Em síntese o modelo LiderA PD proposto ajusta-se e integra as orientações indicadas pela Agenda 21SCDC (du Plessis et al., 2002), por autores como Ofori (1998) e outros que nesta tese foram referidos e os seus resultados são avaliados criticamente no subcapítulo seguinte.

9.3. Resultados

Para a avaliação dos resultados podemos definir algumas perguntas e com base nelas verificar se o modelo tem um contributo inovador e permite contribuir para o desenvolvimento sustentável da construção de habitação a custos controlados nos PD.

9.3.1. O LiderA PD permitiu avaliar e classificar?

O modelo com base num levantamento da situação existente, permitiu fazer uma pré-avaliação inicial e com a ajuda dela dar um contributo para a definição de algumas estratégias de desenvolvimento sustentável de requalificação da aldeia de Catumbo, em termos de opções construtivas, de fornecimento de serviços e equipamentos e de desenvolvimento ambiental, económico e social, permitindo assim servir de ajuda para os projetistas e outros técnicos que tomam decisões na conceção de empreendimentos, cumprindo assim um dos objetivos dos MASAC.

Após a definição das estratégias e das consequentes soluções a utilizar na requalificação da aldeia, foram elaborados os projetos base e aplicado o LiderA PD na avaliação deles. O modelo avaliou o projeto segundo as indicações previstas nas Linhas de Boas Práticas e no Limiars base e conforme o cumprimento dos requisitos previsto cada critério teve uma classificação que permitiu ter uma avaliação final. Cada critério do modelo avaliou o projeto e obteve uma classificação, permitindo ter um resultado final de A+.

A avaliação identificou desempenhos mais reduzidos (classes mais baixas), por exemplo: na classe E o critério C12 (*Durabilidade*) em que as soluções construtivas baseadas em materiais locais como a terra e o bambu exigem mais manutenção e têm durabilidades menores que a vida útil preconizada que costuma ser de 50 anos e o critério C29 (*Mobilidade de Baixo Impacte*) que devido aos elevados encargos com soluções deste tipo e ao tipo de clima não permitem que os utentes optem por meios de circulação menos poluentes; na classe D o critério C31 (*Adaptabilidade e Flexibilidade aos Usos*) em que o tipo de construção previsto não permite a eliminação e mudança de paredes (embora tenha espaço na frente e lateral do lote); na classe C o critério C7 (*Energia*) uma vez que no local não existe energia e a solução prevista para aproveitamento de energias renováveis permite satisfazer as necessidades básicas de consumo mas com limitações. As mesmas condições acontecem com o critério C10 (*Consumo e Fornecimento de Água Potável*) e o critério C28 (*Acesso aos Transportes Públicos*) por causa da quase inexistência destes serviços.

A avaliação também permitiu identificar classes de maiores desempenhos efetivos, por exemplo, na classe A++ os critérios: C1 (*Valorização Territorial*), C8 (*Desenho Passivo*), C16 (*Redes e Tratamento de Águas Residuais*), C19 (*Produção de Resíduos*), C33 (*Trabalho Local*) e outros.

Algumas das soluções apontadas permitem potenciais medidas de reutilização de efluentes, através do tratamento separado dos efluentes e da compostagem de resíduos, da produção local de alimentos no lote com a reutilização de efluentes e resíduos tratados e possível diminuição dos efeitos da má nutrição, da solução de alguns problemas ambientais e de possíveis efeitos das alterações climáticas, da criação de emprego local nas diversas fases. Assim, esta abordagem permitiu para os aspetos específicos avaliar não só o desempenho existente, como o proposto em projeto.

9.3.2. Qual o rigor e precisão da classificação obtida com o LiderA PD?

Este modelo tem mais critérios de avaliação qualitativos que quantitativos. Muitos dos critérios tem fatores de avaliação qualitativa e quantitativa, atendendo a que cada critério tem diversos limiares base de avaliação e cada limiar pode corresponder a uma avaliação qualitativa ou quantitativa. No total dos critérios existem 35 que exigem avaliações qualitativas e 30 que exigem avaliações quantitativas. A avaliação dos critérios baseada em métodos quantitativos é acessível e pode ser feita sem a necessidade de bases de dados locais, necessitando alguns de possíveis inquéritos ou características técnicas dos materiais empregados. Isto vai de encontro à necessidade de simplificação dos modelos destinados aos PD. Se o rigor e a precisão dos limiares de avaliação que usam métodos quantitativos é mais difícil de ser questionada, nos qualitativos já é mais questionável, no entanto, estes atribuem créditos conforme cumprem ou não determinados limiares base que correspondem a soluções sustentáveis adequadas aos PD. Assim a classificação obtida com este modelo não vai permitir dizer que o empreendimento vai reduzir a emissão de determinada quantidade de gases de efeito de estufa¹², por causa da maior simplificação dos cálculos. No entanto o modelo baseia-se nas indicações da Agenda 21 SCDC (du Plessis et al., 2002) e permite classificar em função do rigor e da precisão que está disponível na maioria destes países. Como na sua base tem um modelo criado num país desenvolvido, pode-se afirmar que o rigor e a precisão são suficientemente adequados à maior parte dos PD.

9.3.3. O LiderA PD permite identificar soluções e contribuir para o desenvolvimento sustentável?

O modelo foi aplicado numa pré-avaliação inicial após o levantamento da situação existente e com isso serviu de ajuda à definição de soluções de desenvolvimento local, nomeadamente, em termos de habitação ou fornecimento de infraestruturas como a

¹² Mesmo nos modelos dedicados aos países desenvolvidos este aspeto é de difícil quantificação devido aos diferentes processos de fabrico e à existência de bases de dados específicas para um determinado local.

energia. Nesta área, com o aproveitamento do rio para uma mini-hídrica, permitiu aumentar a área de campos agrícolas, aproveitar o canal para produzir peixe e alimentar este com produtos vegetais e restos da manhã do peixe pescado no mar, contribuindo assim para o aproveitamento de recursos naturais, aumento das capacidades alimentares e emprego.

Também no fornecimento de água, se sugere um pré-tratamento com base em filtros de areia de filtração lenta e posterior tratamento final com sistema de pasteurização por energia solar na própria habitação.

A solução para o tratamento de resíduos ajuda na solução de problemas ambientais e de controlo de doenças infectocontagiosas como a malária e as helmintíases. A utilização de soluções baseadas em energias renováveis origina diminuições de emissões poluentes e ao mesmo tempo ajudaram a definir estratégias de desenvolvimento socioeconómico local, como os fogões solares e a biomassa e a secagem de peixe com base em estufas solares bem como a solução construtiva que utilize materiais locais como a terra e o bambu.

Para isso acontecer o projeto, teve que efetuar uma investigação em termos académicos com a execução de estudos sobre a procura da sustentabilidade, com um levantamento do local onde se incluíam as características das populações, a existência de materiais locais e aceitabilidade das populações em relação a estes materiais, com análise posterior em laboratório de alguns destes como, por exemplo, a adequação dos solos para a construção de blocos de terra comprimida e a capacidade de resistência dos mesmos de modo a que se pudessem respeitar as normas neozelandesas NZS 4297;4298 e 4299. Também foram analisadas as secções e comprimento dos bambus existentes na margem do rio Lifune.

Na execução de projetos de carácter semelhante haverá também a necessidade de haver levantamento das tecnologias e materiais existentes, sua análise laboratorial e proposta de melhoria, se necessário, mas, mais uma vez essas também são as indicações da Agenda 21SCDC (du Plessis et al., 2002).

Podemos assim dizer que este modelo permitiu identificar soluções que também ajudam a ser um meio de desenvolvimento de soluções locais, desde que nos projetos se faça o devido ajustamento, bem como a investigação e desenvolvimento do conhecimento.

9.3.4. O LiderA PD deve ou não ser ponderado a várias áreas?

Este modelo foi elaborado tendo em vista ser aplicado na habitação social ou a custos controlados dos PD, mas concretamente a Angola, nas regiões periurbanas ou rurais. A maioria das populações dos PD necessita desta construção pois, como apresentado por

alguns autores, só uma pequena percentagem da população é que consegue aceder a habitações construídas e vendidas no mercado formal, vivendo as outras nas zonas ao redor das cidades ou em zonas rurais em habitações precárias. A maior parte destas construções deste mercado de promoção formal recorre em muitos dos PD a materiais importados, baseados em projetos concebidos nos países desenvolvidos ou segundo soluções construtivas utilizadas neles. Neste caso, não faz sentido utilizar a versão deste modelo aqui discutido. Por outro lado, também as soluções anteriores não contribuem para o desenvolvimento local. Neste caso faz mais sentido utilizar as versões internacionais adaptadas ao local, como por exemplo a versão internacional do LiderA.

O LiderA PD já inclui algumas orientações para o planeamento, para a execução de infraestruturas e equipamentos. No entanto este modelo para ter uma aplicação mais correta necessitaria de ver desenvolvidas versões dedicadas a diferentes áreas, como as referidas anteriormente, ou seja, para edifícios públicos, turismo, empreendimentos industriais e outros, com a alteração de algumas linhas de orientação, limiares e fatores de avaliação dos critérios.

9.3.5. Os pesos são relevantes e são adequados? Devem ser iguais para toda Angola ou específicos? Quem os deve dar?

A maior importância que segundo a Agenda 21SCDC é preciso dar na resolução dos problemas de desenvolvimento económico e social dos PD através da seleção de tecnologias, soluções construtivas e de desenvolvimento, que tenham em conta os aspetos ambientais, leva a que haja a necessidade de aumentar a importância dos fatores socioeconómico, tornando-os mais relevantes. Neste sentido os pesos desta versão do LiderA PD manifestam a necessidade de resolver alguns problemas socioeconómicos e são adequados para a proposta a análise da habitação social em Angola nas regiões periurbanas e rurais.

Embora Angola esteja situada na zona tropical tem diferentes tipos de clima e também populações com diferentes culturas. No entanto os limiares de análise já consideram estes aspetos e salvo algumas populações que tem um modo de vida muito diferente, que talvez não estejam preparadas para se fixar num local, como os povos nómadas do sul de Angola, este modelo não necessita de grandes alterações para ser aplicado na habitação social em toda a Angola.

O mesmo já não se pode dizer da utilização do modelo noutros PD, que precisam de uma análise às condições locais existentes de modo a que os limiares e fatores de avaliação e os pesos sejam adequados e possam contribuir para o desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento sustentável precisa de ser um movimento social abrangente em que todos participem. Neste sentido qualquer modelo que pretende dar um contributo para este desenvolvimento deveria ser baseado num conjunto muito alargado de opiniões, contributos e um consenso final. Mas isso é muito difícil, mesmo nos países mais desenvolvidos, sendo que nos PD a situação ainda é pior. Nestes o termo desenvolvimento sustentável, é utilizado com diferentes perspetivas e finalidades.

A alteração dos fatores de análise de qualquer modelo, incluindo o LiderA PD deve ser com base em técnicos qualificados, independentes de interesses e apoiado em bases científicas, sempre que possível com uma base alargada de consultas nos meios académicos.

9.3.6. O LiderA PD pode identificar holisticamente ou enviesada?

Este modelo funciona com um conjunto de critérios que analisam diversos fatores que no conjunto final pretendem contribuir para o desenvolvimento sustentável. A avaliação final atribui um rótulo que apresenta o maior ou menor contributo do empreendimento.

Os critérios e fatores de análise têm impactos em termos ambientais, económicos e sociais, que são os pilares fundamentais do desenvolvimento sustentável. Há uma interligação entre os diferentes fatores, sendo que alguns têm avaliações mistas que levam a que o resultado final seja maior que a soma das partes e que na competição por empreendimentos mais sustentáveis, o sistema como um todo permita contribuir para o desenvolvimento sustentável.

O sistema também enviesa um pouco no sentido de dar maior preponderância ao desenvolvimento económico e social que é mais importante na fase de desenvolvimento que muitos PD estão. A alteração dos pesos e ajustamento dos critérios pode ajudar a orientar no sentido pretendido, embora por natureza tenha uma componente subjetiva, que a explicitação dos critérios e dos pesos contribui para explicitar e potencialmente atenuar.

No entanto o modelo pretende ser um sistema holístico em que equilibra a visão ambiental, social e económica que este conjunto final procura assegurar que se possa contribuir para a evolução do desenvolvimento sustentável da construção de habitação social, neste caso.

9.4. Aspetos mais relevantes desta proposta

Esta proposta pretende ser um contributo para a resolução do problema da habitação social nos PD, ao avaliar e suportar a seleção e desenvolvimento de procura de soluções

mais sustentáveis, seguindo as orientações para o desenvolvimento sustentável da construção previstas na Agenda 21 SCDC (du Plessis et al., 2002).

A falta de oportunidades de emprego com a possível saída dos mais jovens para a região metropolitana de Luanda, onde procuram outras condições de vida, mas dificilmente as conseguem por terem fraca formação, procura-se evitar com as estratégias de desenvolvimento local através do aproveitamento dos recursos naturais existentes e o fomento da formação em atividades que os utilizem de uma maneira sustentada. Mas para que não exista degradação ambiental é necessário que exista formação e acompanhamento dos problemas ambientais que possam afetar a qualidade da água do rio Lifune e da praia.

Em síntese, como contributos mais relevantes destaca-se:

- Assumir-se como um modelo para apoio à seleção de soluções que podem contribuir para a resolução do problema da habitação social com soluções que envolvam as próprias populações em estratégias de desenvolvimento que lhes permitam aumentar a capacidade de emprego, de rendimento disponível e permitir que elas saiam da armadilha da habitação e exclusão social;
- O contributo para a procura de soluções construtivas que utilizem conhecimento e materiais locais, permitindo assim que estes se desenvolvam, consolidada na proposta dos critérios C5 - *Integração Paisagística*, C6 - *Proteção e Valorização do Património*, C13 - *Materiais Locais*, C33 - *Trabalho Local*, C40 - *Custos no Ciclo de Vida* e C43 - *Inovações*;
- O contributo para a resolução de alguns problemas ambientais, de manutenção de espécies locais e da limitação da propagação de doenças infectocontagiosas, como os critérios C3 - *Valorização Ecológica*, C4 - *Impacto nos Habitats Existentes*, C11 - *Gestão das Águas Locais*, C16 - *Redes de Drenagem e de Tratamento das Águas Residuais*, C38 - *Controlo dos Riscos Naturais*, C42 - *Sistema de Gestão Ambiental*;
- O contributo para a diminuição das emissões poluentes para o ambiente através da utilização de energias renováveis e sistemas menos poluentes, para a produção de energia para diversos fins, consolidados na proposta dos critérios C7 - *Energia*, C8 - *Desenho Passivo*, C9 - *Intensidade em Carbono*, C13 - *Materiais*, C14 - *Materiais de Baixo Impacte*, C18 - *Emissões Atmosféricas*, C19 - *Produção de Resíduos*, C20 - *Gestão de Resíduos Perigosos*, C21 - *Tratamento e Reciclagem de Resíduos* entre outros;
- O contributo para o desenvolvimento social e económico local através da construção em locais onde existam potencialidades económicas, essencialmente afetadas a recursos renováveis, como por exemplo apresentado pelos critérios; C1 - *Valorização*

Territorial, C6 – Proteção e Valorização do Património, C7 – Energia, C13 – Materiais Locais, C21 – Tratamento e Reciclagem de Resíduos, C32 – Dinâmica Económica, C33 – Trabalho Local, C34 – Amenidades Locais, C43 – Inovações;

- O contributo dado para a diminuição dos custos de construção e de utilização/manutenção, como os referidos nos critérios; C8 – *Desenho Passivo*, C9 – *Intensidade em Carbono*, C10 – *Consumo e Fornecimento de Água Potável*, C13 – *Materiais Locais*, C17 – *Caudal de Reutilização de Águas Usadas*;

- O contributo dado para a diminuição das desigualdades e do fornecimento de mais oportunidades de desenvolvimento às mulheres (jovens e crianças do sexo feminino) que geralmente despendem grande parte do seu tempo na procura de lenha para combustível e de irem buscar e tratar água e estão sujeitas a emissões poluentes que originam problemas de saúde, como o consolidado nos critérios C9 – *Intensidade em Carbono*, C10 – *Consumo e Fornecimento de Água Potável*, C15 – *Produção Local de Alimentos*, C18 – *Emissões atmosféricas* e C24 – *Níveis de Qualidade do Ar Interior*.

O LiderA PD, pode servir de orientação para os diferentes interessados no processo de conceção de empreendimentos sociais, já que as propostas são acessíveis e compreensíveis para os principais agentes envolvidos. Para além disso, explica e orienta na procura de soluções, referindo um conjunto de soluções que podem ser analisadas e aplicadas, fornecendo também esta tese possíveis indicações de como o fazer.

9.5. Limitações e desenvolvimentos futuros

Em muitos dos PD os dados e regulamentos existentes são raros e, quando existem, são de difícil acesso e nem sempre são fiáveis. A regulamentação em termos de materiais e técnicas construtivas também nem sempre existe e às vezes quando existe não é aplicada porque não existe capacidade de supervisionar a sua aplicação. A divulgação do conhecimento também é diminuta e não existe, em muitos PD, o estado de espírito de divulgação e aperfeiçoamento do mesmo. Estas limitações impedem o conhecimento e desenvolvimento de soluções construtivas mais sustentáveis e de saber que possíveis impactos têm as mesmas em termos de sustentabilidade.

Para haver um maior contributo para o desenvolvimento sustentável há a necessidade de criar bases de dados, fóruns de discussão e programas apoiados por entidades governamentais, ou outras, locais ou não que avaliem os materiais e soluções construtivas e que permitam verificar os impactos destes no desenvolvimento sustentável. A inclusão de disciplinas no ensino, secundário e superior que abordem o tema do desenvolvimento sustentável também iria contribuir para o desenvolvimento do conhecimento afeto a esta área e contribuir para o surgimento de movimento sociais.

Só com base no desenvolvimento de dados e conhecimento local é que modelos como o LiderA PD podem ter bases adequadas ao local a que se destinam.

A existência de bases de dados adequadas permitiria também que modelos como o LiderA PD pudessem indicar melhor em que aspetos a construção precisa melhorar para contribuir para o desenvolvimento sustentável, detalhando mais determinados aspetos de modo a que o desempenho final do empreendimento pudesse demonstrar o seu desempenho em termos das necessidades locais de desenvolvimento.

Esta proposta de modelo como foi elaborada com base no conhecimento mostrado por diversos autores sobre este tema, e dado ser uma versão essencialmente dedicada a construção de habitação social, rural e periurbana de Angola, que o autor desta tese conhece razoavelmente bem, é suficientemente detalhada no seu desempenho, considerando as limitações de dados de carácter científico existente. No entanto o ideal seria ter um fórum de discussão afeto à comunidade científica e de outros interessados, onde para além de se discutir o detalhe do desempenho, se poderia também discutir se os pesos são os mais indicados e que possíveis alterações fazer.

Atendendo às indicações da Agenda 21 SCDC (du Plessis et al., 2002) este modelo destina-se a ser aplicado por técnicos que necessitem de conceber projetos associados essencialmente à habitação social periurbana ou rural.

Não necessita de muitos conhecimentos específicos, a maior parte das pessoas com formação superior em engenharia civil ou arquitetura estão em condições de aplicar o modelo na sua totalidades após algumas horas de formação inicial, outras pessoas com formação superior podem estar em condições de o aplicar à mesma com algumas horas de formação inicial, mas em termos parciais, como por exemplo utilizar o modelo para definir estratégias de desenvolvimento sustentável, ou com um número mais alargado de horas de formação, número este que dependerá do conhecimento destas pessoas.

A aplicação foi testada numa aldeia, pelo que a sua aplicação a outras zonas e tipologias pode ser questionado. No entanto os princípios base aplicam-se ao desenvolvimento de projetos de habitação social periurbana e rural, podendo ser aplicada em outras regiões de Angola, necessitando só de ter em conta os aspetos ambientais, climáticos, económicos e sociais existentes, seleccionando as estratégias que melhor se adequam ao local, mas de uma maneira geral, todos os limiares e fatores de análise podem ser utilizados em qualquer local de Angola ou de outros países em vias de desenvolvimento.

10. Conclusões

10.1. Síntese do trabalho realizado

Esta tese foi desenvolvida tendo em vista dar um contributo para o desenvolvimento sustentável do setor da construção de habitação social nos PD, com especial referência a Angola. Assim numa primeira fase, correspondente à revisão bibliográfica, analisou-se a habitação social suas causas e possíveis soluções, o problema da habitação social em Angola, a importância da construção e os constrangimentos desta na habitação social, o desenvolvimento sustentável da construção nos PD, as ferramentas de análise da sustentabilidade da construção e que características devem de ter nos PD para poder contribuir para o desenvolvimento sustentável da habitação social, os fatores que devem fazer parte de um empreendimento de habitação social sustentável, algumas das principais soluções construtivas sustentáveis adequadas aos PD e com aplicação na habitação social e, alguns modelos de análise da sustentabilidade do ambiente construído e sua adequação aos PD. Numa segunda fase, como resultado do último aspeto da fase anterior, fez a seleção de um MASAC, neste caso o LiderA PD, aplicando este modelo a um projeto de desenvolvimento de uma aldeia para verificar a adequação do mesmo e verificar se é possível com a utilização do mesmo contribuir para o desenvolvimento sustentável. Numa terceira fase, a que corresponde este capítulo, faz a análise de resultados e verifica-se o contributo que esta tese tem em termos de inovatividade e no desenvolvimento sustentável.

10.2. Objetivos secundários e suas conclusões

Quanto ao cumprimento dos objetivos secundários definidos no capítulo inicial apresentam-se a seguir as principais conclusões para cada um deles.

10.2.1.A necessidade de habitação social e possíveis soluções

O problema da habitação social é um problema que tem origem na falta de rendimento disponível de algumas famílias, sendo que nos PD o número delas é muito elevado devido aos baixos rendimentos, ao aumento da população urbana, ao aumento demográfico e à falta de stock de habitação adequada que vem de períodos anteriores, incluindo a falta de manutenção ou de reabilitação deste stock de modo a que corresponda às necessidades atuais de habitabilidade.

A falta de desenvolvimento do setor da construção nos PD, leva a que exista a necessidade de utilizar soluções construtivas com materiais importados o que origina

que os preços sejam muito elevados, originando que poucas são as famílias que conseguem satisfazer as suas necessidades de habitação no mercado formal, devido à falta de rendimento.

A falta de rendimento disponível para melhorar as condições de habitação leva a que haja degradação das condições de vida e à criação de estigmas sociais que há que evitar apoiando as famílias que estão nestas condições com soluções que lhes permitam aceder a uma habitação condigna, através de subsídios e outras formas de apoio social por parte dos governos ou outras entidades sem fins lucrativos. Muitas vezes os apoios destinados só à habitação não são o suficiente havendo a necessidade de incluir nos projetos de habitação social estratégias de desenvolvimento que permitam que as populações que vão usufruir dela tenham possibilidades de melhorar as suas condições socioeconómicas, permitindo assim disporem de meios para utilizar na manutenção da habitação ou para utilizar noutros fins que lhes originem melhores possibilidades sociais.

A autoconstrução é apontada como uma das melhores soluções para o problema da habitação social, no PD, no entanto para que esta tenha sucesso é necessário que os locais tenham infraestruturas e equipamentos sociais adequados, ou seja que haja planeamento integrado dos projetos de modo a que no local, ou nas proximidades, haja possibilidades de emprego ou recursos com potencialidades económicas que possam ser utilizados, de uma maneira sustentável, para criar emprego, necessitando as populações neste sistema de apoio de que existam títulos de registo de propriedade atribuídos, assistência técnica, incluindo nesta também a utilização de materiais adequados e a formação.

10.2.2. Contributo da construção para o desenvolvimento sustentável e constrangimentos desta na habitação social

A construção é um conjunto de processos industriais e de serviços que necessitam de recursos naturais, mão-de-obra e equipamentos para a transformação deles em bens imóveis que são utilizados pelo ser humano para abrigo, trabalho e lazer, gerando impactos em termos ambientais, económicos e sociais, durante a fase de conceção, construção, utilização, reabilitação e/ou demolição. Estes impactos manifestam-se no local e nos locais onde os materiais/equipamentos são produzidos. Como principais impactos positivos a construção permite ter um local para habitar, trabalhar ou fornecer condições para o homem ter acesso a outros serviços, podendo ser uma fonte de criação de emprego, nas fases de construção e utilização, contribuindo para o desenvolvimento económico do local ou região. Causa impactos negativos no ambiente através da ocupação do solo e do consumo de recursos naturais e origina poluição durante as suas

fases do ciclo de vida, devendo por isso com as soluções adotadas escolher aquelas que possam diminuir estes impactos negativos e potenciar os possíveis impactos positivos.

No que diz respeito à habitação social a construção necessita de contribuir para o desenvolvimento de soluções construtivas que possam baixar os preços das habitações, utilizar materiais e mão-de-obra local, esta de preferência com diferentes capacidades de modo a poder utilizar operários com diferentes capacidades. Para isso as entidades governamentais e outras instituições devem de apoiar o desenvolvimento do setor tendo em conta as tecnologias e materiais locais.

10.2.3.Fatores mais importantes no desenvolvimento sustentável nos PD

A qualidade de vida da população humana depende da existência de recursos naturais. Para que eles perdurem para as gerações futuras há a necessidade de utilizar os recursos naturais de uma forma mais eficiente. No entanto o desenvolvimento sustentável também necessita que haja desenvolvimento económico e social, promover o emprego, diminuição da pobreza, maior equidade e justiça social.

O desenvolvimento sustentável necessita ser baseado num movimento social que integre todos os setores de atividade, devendo a construção com um dos maiores consumidores de recursos fazer parte deste movimento.

A sustentabilidade na construção baseia-se na redução do consumo dos recursos, na utilização de recursos que sejam recicláveis e possam ser reutilizados, procurando diminuir os impactos na natureza causados nas diversas fases do seu ciclo de vida. Precisa de tecnologias que diminuam o consumo dos recursos, que fomentem o desenvolvimento económico tendo em conta os aspetos ambientais, a manutenção da biodiversidade e dos aspetos sociais e culturais, contribuir para a qualidade do ambiente construído, nomeadamente em termos de ambientes saudáveis. Contribuindo também para a emissão dos gases de efeitos de estufa e estando preparadas para as possíveis alterações climáticas.

Nos PD, para além das características apresentadas anteriormente a construção tem de contribuir para desenvolvimento económico e social, através da redução da pobreza e das desigualdades sociais, precisando de modelos que sejam adequados às condições locais, que tenham baixo custo, tendo para isso que utilizar tecnologias construtivas e materiais locais que utilizem mão-de-obra intensiva, contribuir para uma distribuição mais equitativa dos recursos pela geração atual e garantir que os mesmos perdurem para as gerações futuras.

10.2.4.Importância dos MASAC e suas características nos PD

As construções para se tornarem mais sustentáveis precisam de ferramentas que possam orientar na escolha de materiais e soluções construtivas, que também possam identificar perante todos os interessados, aquelas que melhores contributos dão para o desenvolvimento sustentável. Assim estas ferramentas analisam os edifícios ou seus componentes e permitem verificar os consumos de energia, nas diversas fases do ciclo de vida dos mesmos, a existência de problemas que afetem a saúde dos seus ocupantes, a durabilidade os consumos de água e outros, permitem assim dar uma melhor imagem dos efeitos das construções não só em termos de impactos ambientais, mas também em termos de impactos económicos e sociais. Estes devêm de ter mais importância nos PD porque nestes há necessidade de desenvolvimento destes mesmos países por causa dos problemas da pobreza e subdesenvolvimento que devem ser tratados de igual modo que os problemas ambientais, devendo a construção contribuir para a resolução destes problemas, tendo os MASAC de ter isso em conta. Para além disso devem ser adequados às regiões e populações a quem se destinam, devendo os critérios de análise ter em conta os aspetos ambientais, económicos e sociais e serem adequados aos destinatários e à capacidade de conhecimento destes e do meio onde estes se inserem.

Os MASAC podem também contribuir para o desenvolvimento sustentável da habitação social nos PD e dos problemas associados a esta, com a utilização de soluções que contribuam para terem um habitação condigna, que ajudem a melhorar as suas condições económicas e sociais, com baixos consumos de recursos durante a fase de utilização, por exemplo com a utilização de soluções bioclimáticas e uso adequado de energias renováveis, terem baixos custos de manutenção e nesta serem utilizados materiais locais e, através da inclusão de linhas de orientação que levem à formulação de estratégias que promovam o desenvolvimento económico e social dos locais onde a habitação social se vai implantar e que aproveitem os recursos naturais e culturais existentes.

10.2.5.Principais fatores da habitação social sustentável nos PD

A habitação social nos PD precisa ser planeada tendo em conta as características das populações, como os seus hábitos e costumes de modo a que as pessoas se identifiquem com o local e este permita contribuir para a melhoria da qualidade de vida e rendimento melhorando as suas capacidades financeiras, para que consigam suportar os custos de operação e manutenção. Tem de incluir infraestruturas adequadas, ou existir o planeamento da construção das mesmas e que estas estejam prontas antes das habitações serem utilizadas, como; escolas, serviços de saúde, redes de abastecimento de água, de tratamento de esgotos, redes de energia, de outros equipamentos e serviços que criem

condições adequadas de vida e de verificar as potencialidades económicas existentes no local ou nas proximidades e promover estratégias de desenvolvimento das mesmas incluindo a construção de infraestruturas que sirvam de atração para o desenvolvimento destas potencialidades.

O planeamento da habitação social deve incluir a possibilidade de ter espaços para a agricultura urbana, dentro dos lotes ou nas proximidades, criando condições para a reutilização de efluentes e resíduos biodegradáveis, com o fornecimento de apoio através da formação, ferramentas, sementes e outros fatores que permitam contribuir para o cultivo de espécies locais e diminuir a possibilidade de existência de má nutrição, contribuindo também para a ocupação de tempos livres e possível aumento do rendimento familiar disponível e, com as plantas tradicionais, para a manutenção da biodiversidade e consumos mais sustentáveis.

Deve de existir um sistema de tratamento de efluentes que tenha capacidade adequada à população e possíveis atividades económicas existentes. A escolha do sistema deve ser baseada em tecnologias que tenham baixo custo de instalação e manutenção, adequadas às condições climáticas existentes, recorrer a fornecimento de materiais/ produtos e mão-de-obra local, deve de permitir fazer o reaproveitamento alguns subprodutos, como a água e as cargas minerais e orgânicas que podem ser utilizadas na agricultura urbana, zonas verdes ou criação de biomassa acessível ou não às populações conforme o tipo de cargas que os efluentes tratados tiverem. Para as povoações de pequena a média dimensão os sistemas baseados em lagoas são os mais indicados para os PD com climas quentes. Para evitar a proliferação de mosquitos e outros possíveis transmissores de doenças infectocontagiosas é aconselhável que tenham sistemas que evitem a existência deles, como por exemplo, configurações adequadas e plantas repelentes.

O sistema de tratamento de resíduos deve de ser adequado ao local, ter condições para ter reciclagem e reaproveitamento com possibilidades de valorização local. Os sistemas para as pequenas e médias povoações devem de ser baseados em sistemas de recolha, com separação na fonte, e tratamento local, com compostagem dos resíduos biodegradáveis e escolha e valorização dos recicláveis.

Os empreendimentos de habitação social devem ter garantido o fornecimento regular de energia e esta ser preferencialmente de fonte renovável local, baseada em sistemas descentralizados de pequena dimensão que tenham associados estratégias de desenvolvimento de atividades económicas locais, aproveitando possíveis sinergias. Deve ser equacionada a possibilidade de utilizar diretamente as energias renováveis nomeadamente: a solar na produção de energia, tratamento de água, cozinhar e em processos domésticos ou industriais como a secagem de frutos, peixe e outros; a hídrica na produção de energia, no aproveitamento das infraestruturas para criação de peixe e

na rega de campos agrícolas; a biomassa para cozinhar em fogões melhorados, para tratar água, produzir energia, secagem e fumaça de produtos alimentares, e; aproveitamento de outras energias como a eólica e geotérmica, se existirem condições no local. O custo da energia deve ser adequado às famílias e os equipamentos a instalar nas habitações devem ter baixos consumos, longa duração e fácil manutenção.

Deve ser assegurado o fornecimento regular de água potável, em quantidade e qualidade e esta ser controlada. Os sistemas a utilizar devem ser baseados em sistemas locais que evitem usar materiais importados e que usem mão-de-obra local, à qual pode haver a necessidade de dar formação. Os equipamentos instalados devem ter baixo consumo.

10.2.6.Principais soluções sustentáveis na habitação social nos PD

As soluções construtivas utilizadas na habitação social devem permitir reduzir o consumo dos recursos durante as diversas fases do ciclo de vida dos edifícios. Devem utilizar tecnologias locais, desenvolvendo-as se for necessário, empregar mão-de-obra e materiais locais, na construção e na manutenção, preservar as tradições culturais e sociais, desenvolvendo e transmitindo o conhecimento associado a elas. Também devem ser baseadas em soluções bioclimáticas que utilizem as condições ambientais existentes no exterior para criar ambientes interiores com conforto adequado aos seus utilizadores, ou criar condições ambientais exteriores que sejam favoráveis à criação de ambientes interiores confortáveis.

As soluções construtivas devem permitir reduzir os custos de construção, utilização e manutenção das habitações para que as famílias tenham possibilidade de utilizar os seus rendimentos noutras finalidades.

A noção de conforto está muito relacionada com as pessoas e o local onde elas vivem, mas alguns modelos existentes, como a carta bioclimática de Givoni, dão indicações sobre possíveis estratégias de soluções bioclimáticas em função das condições de temperatura, humidade e direção e velocidade dos ventos dominantes. Se não existirem estudos sobre os intervalos de conforto, pode-se utilizar os indicados por Givoni para os PD que se referem a temperaturas entre os 20°C e 29 °C e humidades relativas entre os 20% a 80%.

Para os PD, que geralmente são países de clima quente, a principal necessidade para criar conforto é a de evitar que o calor do exterior entre nas habitações, que atividades que produzam calor sejam preferencialmente feitas em zonas afastadas ou exteriores. As principais estratégias passivas de criação de conforto dizem assim respeito a estratégias de controlo do calor e da radiação solar, estratégias de dissipação do calor e mistas. Estão assim relacionadas com a necessidade de resfriamento e podem ser as baseadas na limitação da incidência direta dos raios solares no invólucro do edifício, na utilização da

ventilação diurna ou noturna (nos períodos de menor temperatura exterior), na alta massa (inércia) térmica do edifício associada ou não à ventilação noturna e no resfriamento evaporativo.

10.2.7.MASAC e o desenvolvimento sustentável nos PD

Os MASAC são necessários para dar indicações sobre as soluções construtivas a utilizar e sobre o impacto que estas têm em termos ambientais, económicos e sociais. Permitindo ajudar a escolher as soluções mais sustentáveis e diferenciar os edifícios identificando aqueles que são mais sustentáveis, sendo uma importante ferramenta de ajuda em todas as etapas do desenvolvimento dos projetos.

Os MASAC foram criados nos países mais desenvolvidos e os principais fatores de análise destes sistemas iniciais dizem respeito a impactos ambientais, em termos de saúde humana e consumos durante o ciclo de vida, que são as prioridades destes países, podendo-se dizer que muitos atribuem rótulos de construções mais amigas do ambiente e também rótulos de quais são as construções que têm menores consumos durante o seu período de utilização, permitindo dar indicações em termos ambientais e económicas, com o objetivo desta última ser o de valorizar os edifícios com menores consumos e poder justificar o seu maior custo de construção e valor de mercado.

Existem MASAC desenvolvidos em PD, como por exemplo SBAT e Selo Casa Azul, que tem aplicações muito específicas e outros que foram elaborados para serem de aplicação universal, tendo a possibilidade de fazer uma seleção dos critérios a utilizar, sendo para isso necessário que exista o apoio de entidades locais na execução de regulamentos e outros indicadores base, como SBTool. No entanto a sua aplicação nos PD é limitada e pode haver dificuldades na adaptação dos mesmos por falta de bases locais.

Os dois sistemas de maior utilização a nível mundial, o LEED e BREEAM permitem algumas alterações regionais, no entanto a sua base de partida é dirigida a países desenvolvidos, tendo por base a Agenda 21 SC, com diferentes características dos PD e da Agenda 21 SCDC, tendo a maior parte dos seus critérios de análise referentes a fatores ambientais, com o BREEAM a dar uma importância de 51% e o LEED 49% , dando menor importância aos fatores económicos e sociais, que nos PD são muito importantes para resolver os problemas de redução de pobreza e as desigualdades existentes, para além dos problemas ambientais.

10.2.8.LiderA PD e o desenvolvimento sustentável

O LiderA tem uma versão desenvolvida com base na Agenda 21 SCDC, a versão LiderA PD, sendo nesta tese o modelo adaptado a Angola, que dá maior importância

aos fatores económicos e sociais em relação à versão base LiderA, atribuindo um percentual de importância de 36,5% em termos ambientais, 21% em termos económicos e 42,5% em termos sociais, o que associado às alterações nas linhas de orientação e critérios de análise permite ir de encontro ao preconizado na Agenda 21 SCDC.

O LiderA PD tem as mesmas vertentes áreas e critérios que a versão base, mas os pesos de cada critério foram alterados, assim como as indicações de como medir, as linhas de boas práticas, limiares base e as condições de atribuição da classificação de cada critério, de modo a que os seus objetivos correspondam às orientações da Agenda 21 SCDC. Com estas alterações do LiderA PD permite ser uma base para contribuir para o desenvolvimento sustentável dos PD, sendo neste caso a versão aplicada a Angola, como é apresentado a seguir no estudo de caso de validação do modelo.

10.2.9.O LiderA PD na aplicação de uma aldeia em Angola

Com apoio do LiderA PD foi desenvolvido o projeto de requalificação da aldeia de Catumbo. Após o levantamento da situação existente e seguindo as indicações de como medir, as linhas de boa prática e os limiares presentes no LiderA PD, foi feita uma pré-avaliação da possibilidade de utilização das soluções sustentáveis a partir da qual e de uma análise SWOT foi possível desenvolver estratégias de desenvolvimento sustentável, em termos ambientais, económicos e sociais para a aldeia. Assim com base nestas orientações o projeto de requalificação inclui uma proposta de desenvolvimento sustentável, que tendo em vista suprir as necessidades de habitação, apresenta; um modelo de construção de habitação baseado essencialmente nos recursos locais existentes, uma proposta de equipamentos e infraestruturas com base nas energias renováveis e no tratamento e reutilização ou reciclagem de resíduos, uma proposta de plano de ordenamento e de desenvolvimento local que aproveita os recursos naturais existentes e procura resolver os problemas ambientais, económicos e sociais.

Assim com base nas orientações do LiderA PD temos:

- Proposta com as linhas de orientação para a elaboração de um plano de ordenamento e de planeamento com a indicação de algumas estratégias de desenvolvimento local;
- O aproveitamento das energias renováveis: para produção de energia elétrica, com base numa mini-hídrica, aproveitando também as potencialidades afetas a esta infraestrutura para aumento da área dos campos agrícolas e a criação de tilápia no canal de adução à turbina; utilização da energia solar para cozinhar com fogões solares de armazenamento de calor, tratamento final de água com base em coletores solares domésticos, secadores solares para secagem do peixe, e; utilização da biomassa para cozinhar em fogões melhorados e tratamento de água;

- Ter uma proposta de tratamento de água para abastecimento que não utiliza produtos que não existem no local e que tem baixos consumos de energia e resíduos, assim como a inclusão de equipamentos de redução de consumo e redes separadas, uma com fins potáveis e outra de rega e limpeza com água parcialmente tratada;
- A utilização de materiais e tecnologias locais, melhoradas, que permitem que a construção tenha pouca energia embebida, que usem essencialmente mão-de-obra local e ao mesmo tempo criem ambientes interiores agradáveis;
- A inclusão no lote de uma área de produção de alimentos onde se utiliza a fertilização com o material resultante da compostagem dos resíduos domésticos biodegradáveis e a rega com os efluentes domésticos de menores concentrações, águas cinzentas, que são tratadas no próprio lote, ou com o aproveitamento de águas da chuva que incidem no lote e que em conjunto com as águas cinzentas são armazenadas numa pequena lagoa. O lote para além da produção de alimentos permite produção de biomassa que pode ser utilizada no fogão;
- Tratamento dos efluentes e dos resíduos com possibilidade de reaproveitamento diminuindo as emissões para o solo e águas próximas;
- Utilizar soluções bioclimáticas com base em materiais locais, sendo estes essencialmente renováveis, aproveitando a orientação em relação ao Sol e ventos dominantes, a ventilação através de telhados que captam os ventos e promovem a ventilação com base no aumento da velocidade do ar pelo aquecimento, a inércia térmica das construções em terra, diminuído o consumo de recursos;
- O desenvolvimento das condições socioeconómicas das populações locais com a utilização de soluções construtivas, de tratamento de efluentes e resíduos que promovem a utilização de mão-de-obra local, utilizando também equipamentos com baixo custo no ciclo de vida, como os fogões solares e a biomassa.

Com base nas orientações do LiderA PD também foi possível resolver alguns problemas ambientais, como a eliminação e valorização dos resíduos da amanhã de peixe que podem ser utilizados na alimentação da Tilápia, a limitação da propagação de insetos e outros animais propagadores de doenças com a inclusão de plantas repelentes. Isto para além da resolução dos problemas que a aldeia tinha por não ter redes de recolha e tratamento de resíduos e efluentes.

A utilização das orientações presentes no LiderA permitiu que o projeto fosse avaliado segundo uma classe A+, sem grande aumento dos custos de construção e com um projeto que permite o desenvolvimento integrado da aldeia.

10.3. Conclusão

A promoção da habitação social em Angola não tem linhas de orientação que lhe sirvam de base para a promoção de empreendimentos sustentáveis. As soluções construtivas e

os materiais são muitas vezes importados, a percentagem de mão-de-obra local é diminuta ou mesmo nula, nalguns casos, não são aplicados em soluções que criem conforto e tenham baixos custos de utilização e de manutenção. Raramente estão associados a plano de ordenamento e a estratégias de desenvolvimento que possam melhorar as condições das populações. Os empreendimentos muitas vezes não têm fornecimento regular e adequado de energia e água potável, para esta quando existe recorrem a soluções que usam materiais e produtos importados que podem ser difíceis de adquirir. Os efluentes muitas vezes têm sistemas rudimentares de tratamento como fossas sépticas individuais ou coletivas. Os sistemas de recolha e tratamento de resíduos também são rudimentares e raramente existe reciclagem. Esta situação está mais desenvolvida quando se justificou a classe E do LiderA PD.

Seguindo as orientações presentes no modelo LiderA PD, nos limiares, linhas de orientação e critérios de análise presentes no modelo, desenvolveu-se as linhas base de um projeto de desenvolvimento de requalificação de uma aldeia em Angola, permitindo verificar que a utilização do mesmo permite contribuir para a escolha de soluções de planeamento urbano/rural, seleção de sistemas construtivos e de tratamento de água, efluentes, de recolha e reciclagem de resíduos, de produção de energia e de estratégias de desenvolvimento local que permitem não só contribuir para o desenvolvimento sustentável da construção, mas também contribuir para o desenvolvimento ambiental, económico e social da povoação em causa, demonstrando assim a validade da sua utilização na construção de habitação, nomeadamente a habitação social ou de custos controlados.

Permite-se assim dar resposta e validar a pergunta de partida, concluindo que os MASAC, neste caso o LiderA PD, permite contribuir para um desenvolvimento mais sustentável dos locais onde o mesmo seja utilizado, permitindo contribuir para a diminuição dos fatores que estão associados à habitação social e ser uma base que pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida das populações que têm necessidade de recorrer a este tipo de habitação.

10.4. Contributo desta tese para a inovação e desenvolvimento sustentável

Esta tese permitiu concluir que a utilização dos MASAC nos empreendimentos de habitação social dos PD, desde que eles sejam utilizados nas fase iniciais de qualquer empreendimento, permitem contribuir para o desenvolvimento integrado e sustentável dos locais e das populações que necessitam de habitação social, permitindo dar-lhes a hipótese de saírem da armadilha que pode ser a habitação social mal planeada,

permitindo-lhes aumentar as suas perspetivas de melhoria de condição social e de rendimento.

Também permitiu concluir que os MASAC elaborados nos países mais desenvolvidos e que pretendem ter uma utilização mais universal precisam de grandes alterações de modo a que sigam as orientações da Agenda 21 SCDC, como foi o caso do LiderA PD que assim demonstrou que é uma solução que pode ser aplicada no desenvolvimento sustentável do setor da habitação social.

10.5. Desenvolvimentos futuros

Para validar esta versão do modelo LiderA e demonstrar a utilidade do modelo no desenvolvimento sustentável é necessário que este projeto, ou outro com a mesma base, seja desenvolvido e implementado. Para isso há que sensibilizar as entidades públicas e ONG's a desenvolverem e implementarem o projeto ou um projeto deste tipo. Nesse sentido irão ser feitos esforços para a divulgação do modelo e do projeto como uma base ou guia para o desenvolvimento sustentável de empreendimentos de habitação social ou a custos controlados junto das diversas entidades angolanas e ser-lhes-á dado apoio na execução do projeto ou de outro equivalente, permitindo também assim verificar a existência da possível necessidade de correções ou adaptações.

Esta versão do LiderA PD foi elaborada com base em Angola e destinada à habitação social. A exemplo do BREEAM ou outros modelos que pretendem ser globais e têm versões adaptadas às características locais, este modelo pode ser adaptado para outros locais, através do contributo de técnicos locais que sejam conhecedores das características e das necessidades que contribuam para o desenvolvimento sustentável local.

Bibliografia

- Abbasi, T. & Abbasi, S.A., 2010, Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 919–937, doi:10.1016/j.rser.2009.11.006;
- Abraham, J.P., Plourde, B.D. & Minkowycz, W.J., 2015, Continuous flow solar thermal pasteurization of drinking water: Methods, devices, microbiology, and analysis, *Renewable Energy*, 81, 795e803, <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2015.03.086>;
- Ackerman, K., Conard, M., Culligan, P., Plunz, R., Sutto, M. & Whittinghill, L., 2014, Sustainable Food Systems for Future Cities: The Potential of Urban Agriculture, *The Economic and Social Review*, Vol. 45, No. 2, Summer, 2014, pp. 189–206;
- Afonso, F. P., Sequeira, A. M., Morais J. M. & Hill L., 1998, O Sector da Construção - Diagnóstico e Eixos de Intervenção IAPMEI – Lisboa;
- Agenbroad, J., DeFoort, M., Kirkpatrick, A. & Kreutze, C., 2011a, A simplified model for understanding natural convection driven biomass cooking stoves—Part 1: Setup and baseline validation, *Energy for Sustainable Development*, 15, 160–168, doi:10.1016/j.esd.2011.04.004;
- Agenbroad, J., DeFoort, M., Kirkpatrick, A. & Kreutze, C., 2011b, A simplified model for understanding natural convection driven biomass cooking stoves—Part 2: With cook piece operation and the dimensionless form, *Energy for Sustainable Development*, 15, 169–175, doi: 10.1016/j.esd.2011.04.002;
- Aguayo, V. M. & Baker, S. K. 2005. Vitamin A deficiency and child survival in sub-Saharan Africa: a reappraisal of challenges and opportunities. *Food Nutr. Bull.* 26:348–355. The United Nations University;
- Ahlborg, H. & Sjöstedt, M., 2015, Small-scale hydropower in Africa: Socio-technical designs for renewable energy in Tanzanian villages, *Energy Research & Social Science*, 5, 20–33, <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2014.12.017>;
- Akinwumi, I.I., Awoyera, P.O. & Bello, O.O., 2015, Indigenous earth building construction technology in Ota, Nigeria, *Indian Journal of Traditional Knowledge* Vol. 14 (2), pp. 206-212;
- Aldawoud, A., 2013, The influence of the atrium geometry on the building energy performance, *Energy and Buildings*, Volume 57, Pages 1-5, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.10.038>;

Ali, H.H. & Al Nsairat, S.F., 2009, Developing a green building assessment tool for developing countries – Case of Jordan; - *Building and Environment*, 44,1053–1064, doi:10.1016/j.buildenv.2008.07.015;

Ali, L. & Avdic, A., 2015, A Knowledge Management Framework for Sustainable Rural Development: The case of Gilgit-Baltistan, Pakistan, *Electronic Journal of Knowledge Management*, Volume 13, Issue 2, (pp103-165) available online at www.ejkm.com;

Allinson, D. & Hall, M., 2010, Hygrothermal analysis of a stabilised rammed earth test building in the UK, *Energy and Buildings* 42 (2010) 845–852, doi:10.1016/j.enbuild.2009.12.005;

Almeida. C.P., Ramos, A.F. & Silva, J.M., 2018, Sustainability assessment of building rehabilitation actions in old urban centres, *Sustainable Cities and Society*, 36, 378–385, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.10.014>;

Alvarado, A., Vedantam, S., Goethals, P. & Nopens, I., 2012. A compartmental model to describe hydraulics in a full-scale waste stabilization pond. *Water Res.* 46 (2), 521e530, doi:10.1016/j.watres.2011.11.038

Amado M.P., Freitas J.C.& Lopes T.C., 2011, Indicators To Measure Sustainability In Urban Developments em SB11 Helsinki, disponível em: <https://www.ansatt.hig.no/fredj/SB11/Theme%203%20Sustainability%20in%20developing%20countries.pdf>, acesso em 15-09-2017;

Amado, M.P., Pinto, A.R., Alcaface, A.M. & Ramalhete, I., 2015, *Construção Sustentável – Conceito e Prática*, Caleidoscópio, Casal de Cambra, ISBN: 978-989-658-324-8;

Amann, W. & Jurasszovich, S., 2017, *Habitat III – a critical review of the New Urban Agenda*, Housing Finance International, Spring 2017, disponível em: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=429a7f44-9ef2-430b-9b8e-b3b294f70cb4%40sessionmgr103&vid=0&hid=114>, acesso em 17-04-2017;

Ambrose-Oji, B., 2009, *Urban Food Systems and African Indigenous Vegetables: Defining the Spaces and Places for African Indigenous Vegetables in Urban and Peri-Urban Agriculture*, em: *African indigenous vegetables in urban agriculture*, edited by C.M. Shackleton, M. Pasquini and A.W. Drescher. — 1st ed, Earthscan, London, UK;

Ameen, A.F.M., Mourshed, M. & Li, H., 2015, A critical review of environmental assessment tools for sustainable urban design, *Environmental Impact Assessment Review*, 55, 110–125, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2015.07.006>;

- Amer, E.H., 2006, Passive options for solar cooling of buildings in arid areas, *Energy*, Volume 31, Issues 8–9, Pages 1332–1344, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2005.06.002>;
- Amsberry, A., Tyler, C., Steinhauff, W., Pommerenck, J. & Yokochi, A.T.F., 2015, Simple continuous-flow device for combined solar thermal pasteurisation and solar disinfection for water sterilization, *Journal of Humanitarian Engineering*, Vol 3, No 1;
- Anand, C.K. & Amor, B., 2017, Recent developments, future challenges and new research directions in LCA of buildings: A critical review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 408–416, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.058>;
- Andrade, J. & Bragança, L., 2016, Sustainability assessment of dwellings – a comparison of methodologies, *Civil Engineering and Environmental Systems*, <http://dx.doi.org/10.1080/10286608.2016.1145676>;
- Angelakoglou, K. & Gaidajis, G., 2015, A review of methods contributing to the assessment of the environmental sustainability of industrial systems, *Journal of Cleaner Production*, 108, 725e747, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.094>;
- Angotti, T., 2015, Urban agriculture: long-term strategy or impossible dream? Lessons from Prospect Farm in Brooklyn, *New York, Public Health*, 129, 336-341;
- Aoe, T. & Michiyasu, T., 2005, ‘Ecological Rucksack’ of High-Definition TVs, *Materials Transactions*, Vol. 46, No. 12, pp. 2561 to 2566;
- Armar-Klemesu, M., 2000, Urban Agriculture and Food Security: Nutrition and Health, in N. Bakker, M. Dubbeling, S. Guendel, U. Sabel Koschella, H. de Zeeuw (eds.) *Growing Cities, Growing Food, Urban Agriculture on the Policy Agenda*, DSE, disponível em: <http://www.ruaf.org/publications/growing-cities-growing-food-urban-agriculture-policy-agenda> acesso em 10-01-2017;
- Arruda, J. & Arraes, N. A. M., 2007, Análise do Programa de Hortas Comunitárias em Campinas-SP, *Organizações Rurais & Agroindustriais*, Lavras, v. 9, n. 1, p. 38-52;
- Arvai, J. & Post, K., 2012, Risk management in a developing country context: improving decisions about point-of-use water treatment among the rural poor in Africa, *Risk Anal.* 2012 Jan;32(1):67-80. doi: 10.1111/j.1539-6924.2011.01675.x.
- Asdrubali, F., Baldinelli, G., Bianchi, F. & Sambuco, S., 2015, A comparison between environmental sustainability rating systems LEED and ITACA for residential buildings, *Building and Environment*, 86, 98e108, <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.01.001>;
- Asomani-Boateng, R., 2011, Borrowing from the past to sustain the present and the future: indigenous African urban forms, architecture, and sustainable urban

development in contemporary Africa, *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 4:3, 239-262, DOI: 10.1080/17549175.2011.634573;

Assefa, G., Glaumann, M., Malmqvist, T., Kindembe, B., Hult, M., Myhr, U. & Eriksson, O., 2007, Environmental assessment of building properties – where natural and social sciences meet: the case of ecoeffect. *Building & Environment*, 42, 3, 1458–1464, doi:10.1016/j.buildenv.2005.12.011;

Aste, N., Angelotti, A. & Buzzetti, M., 2009, The influence of the external walls thermal inertia on the energy performance of well insulated buildings, *Energy and Buildings*, 41, 1181–1187, doi:10.1016/j.enbuild.2009.06.005;

Attia, S. & Carlucci, S., 2015, Impact of different thermal comfort models on zero energy residential buildings in hot climate, *Energy and Buildings*, Volume 102, Pages 117-128, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.05.017>;

Aubrya, C., Ramamonjisoab, J., Dabatc, M.-H., Rakotoarisoad, J., Rakotondraibee, J., & Rabeharisoaf, L., 2012, Urban agriculture and land use in cities: An approach with the multi-functionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar), *Land Use Policy* 29, 429– 439;

Aulenbach, D.B. & Clesceri, N.L., 2009, Treatment by Application Onto Land, em: Wang, L. K., Pereira, N. C., Hung, Y. T. & Shammas, N. K. (eds.) 818 pp., 2009, Volume 8: Biological Treatment Processes, *Handbook of Environmental Engineering*, Humana Press, DOI: 10.1007/978-1-60327-156-1;

Avoseh, O., Oyedeji, O., Rungqu P., Nkeh-Chungag B. & Oyedeji A., 2015, *Cymbopogon* species; ethnopharmacology, phytochemistry and the pharmacological importance. *Molecules*, 23;20(5):7438-53. doi: 10.3390/molecules20057438.

Babcicky, P., 2013, Rethinking the Foundations of Sustainability Measurement: The Limitations of the Environmental Sustainability Index (ESI), *Soc. Indic. Res.* 113:133–157, DOI 10.1007/s11205-012-0086-9

Badami, M.G. & Ramankutty, N., 2015, Urban agriculture and food security: A critique based on an assessment of urban land constraints, *Global Food Security* 4,8–15;

Bakir, H.A, 2001, Sustainable wastewater management for small communities in the Middle East and North Africa, *Journal of Environmental Management*, 61, 319–328, doi:10.1006/jema.2000.0414;

Balaras, C.A., 1996, The role of thermal mass on the cooling load of buildings. An overview of computational methods, *Energy and Buildings* 24, 1-10;

-
- Balliana, A.G., Moura, B.B., Inckot, R.C. & Bona, C., 2017, Development of *Canavalia ensiformis* in soil contaminated with diesel oil, *Environ Sci Pollut Res*, 24:979–986 DOI 10.1007/s11356-016-7674-1;
- Bansal, D., Singh, R. & Sawhney, R., 2014, Effect of construction materials on embodied energy and cost of buildings—A case study of residential houses in India up to 60 m² of plinth area, *Energy and Buildings*, Volume 69, February 2014, Pages 260-266, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.11.006>;
- Bansal, V., Mishra, R., Das Agarwal, G. & Mathur, J., 2011, Performance analysis of integrated earth–air–tunnel–evaporative cooling system in hot and dry climate, *Energy and Buildings*, Volume 47, Pages 525-532, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.12.024>;
- Basediya, A., Samuel, D.V.K. & Beera, V., 2013, Evaporative cooling system for storage of fruits and vegetables - a review, *J Food Sci Technol.*, 50(3), 429–442;
- Belmain, S.R., Amoah, B.A., Nyirenda S.P., Kamanula, J.F. & Stevenson, P.C., 2012, Highly Variable Insect Control Efficacy of *Tephrosia vogelii* Chemotypes, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 10055–10063, <dx.doi.org/10.1021/jf3032217>;
- Bentivegna, V., Curwell, S., Deakin, M., Lombardi, P., Mitchell, G. & Nijkamp, P., 2002, A vision and methodology for integrated sustainable urban development: BEQUEST, *Building Research & Information*, 30:2, 83-94, DOI: 10.1080/09613210110101185;
- Berardi, U., 2012. Sustainability assessment in the construction sector: rating systems and rated buildings. *Sustainable Dev.* 20 (6), 411-424;
- Berardi, U., 2013. Clarifying the new interpretations of the concept of sustainable building. *Sustainable Cities Soc.* 8 (1), 72-78;
- Berardi, U., 2015, Sustainability assessments of buildings, communities, and cities, in, Klemes, J.J. (editor), *Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability*, Butterworth-Heinemann publications, Oxford, ISBN: 978-0-12-799968-5;
- Berrueta, V.M., Serrano-Medrano, M., García-Bustamante, C., Astier, M. & Masera, O.R., 2017, Promoting sustainable local development of rural communities and mitigating climate change: the case of Mexico’s Patsari improved cookstove project, *Climatic Change*, 140:63–77, DOI 10.1007/s10584-015-1523-y;
- Bertinelli, L. & Black, D., 2004, Urbanization and growth, *Journal of Urban Economics*, Volume 56, Issue 1, Pages 80-96, <https://doi.org/10.1016/j.jue.2004.03.003>

Bidou, D., 2006, The HQE approach: Realities and perspectives of building environmental quality, *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 17 Issue: 5, pp.587-592, <https://doi.org/10.1108/14777830610684549>;

Bigoni, R., Kötzsch, S., Sorlini, S. & Egli, T., 2014, Solar water disinfection by a Parabolic Trough Concentrator (PTC): flow-cytometric analysis of bacterial inactivation, *Journal of Cleaner Production*, 67, 62e71, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.014>;

Bilgili, F., Koçak, E., Bulut, U. & Kuşayad, S., 2017, Can biomass energy be an efficient policy tool for sustainable development?, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 830–845, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.109>;

Blaikie, P., Brown, K., Stocking, M., Tang, L., Dixon, P. & Sillitoe, P., 1997, *Knowledge in Action: Local Knowledge as a Development Resource and Barriers to its Incorporation in Natural Resource Research and Development, Agricultural Systems*. Vol. 55. No. 2. pp. 217-237;

Blanco, J., Malato, S., Fernández-Ibañez, P., Alarcón, D., Gernjak, W. & Maldonado, M.I., 2009, Review of feasible solar energy applications to water processes, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 1437–1445, doi:10.1016/j.rser.2008.08.016;

Bleicher E, Gonçalves M.E.C.& Silva LD, 2007, Efeito de derivados de Nim aplicados por pulverização sobre a mosca-branca em meloeiro. *Horta Brasileira*, 25: 110-113;

Bon, R. & Hutchinson, K., 2000, Sustainable construction: some economic challenges, *Building Research & Information*, 28:5-6, 310-314, DOI: 10.1080/096132100418465;

Bourbia, F. & Boucheriba, F., 2010, Impact of street design on urban microclimate for semi arid climate (Constantine), *Renewable Energy*, 35, 343–347, doi: 10.1016/j.renene.2009.07.017;

Bourdeau, 1999, Sustainable development and the future of construction: a comparison of visions from various countries, *Building Research & Information* Vol. 27, n.º6, p. 354–366;

Bourque, M., 2000, Policy Options for Urban Agriculture, in N. Bakker, M. Dubbeling, S. Guendel, U. Sabel Koschella, H. de Zeeuw (eds.) *Growing Cities, Growing Food, Urban Agriculture on the Policy Agenda*, DSE, disponível em: <http://www.ruaf.org/publications/growing-cities-growing-food-urban-agriculture-policy-agenda> acesso em 10-01-2017;

Bowyer, J. Fernholz, K., Frank, M., Howe, J., Bratkovich, S. & Pepke, E., 2014, *Bamboo Products and their Environmental Impacts: Revisited*, Dovetail Partners,

disponível em: <http://www.dovetailinc.org/files/DovetailBamboo0305.pdf>, acesso em 04-09-2107;

Bragança, L. & Mateus, R., 2011, Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios – Impacte ambiental das Soluções Construtivas, Multicomp, 1.^a Edição, ISBN: 978-989-96543-3-4;

Bragança, L., Mateus, R. & Koukkar, H., 2010, Building Sustainability Assessment, Sustainability 2010, 2(7), 2010-2023; doi:10.3390/su2072010;

BRE (Building Research Establishment), 2017, BREEAM International New Construction 2016 – Technical Manual, Document reference: SD233, Version: 2016, Issue: 2;

Bredenoord, J. & van Lindert, P., 2010a, Editorial, Equal access to shelter: Coping with the urban crisis by supporting self-help housing, Habitat International, 34, 274e277, doi: 10.1016/j.habitatint.2009.11.017;

Bredenoord, J. & van Lindert, P., 2010b, Pro-poor housing policies: Rethinking the potential of assisted self-help housing, Habitat International, 34, 278e287, doi: 10.1016/j.habitatint.2009.12.001;

Bredenoord, J., 2016, Sustainable Housing and Building Materials for Low-income Households, Journal of Architectural Engineering Technology, 5: 158, <http://dx.doi.org/10.4172/2168-9717.1000158>;

Brochier, C., 1998, Les Travailleurs du Bâtiment au Brésil: Étude d'Entreprise à Rio de Janeiro, Thèse de Doctorat en Sociologie Université de Paris VIII, S. Denis, Paris ;

Brousseau, É. & Rallet, A., 1995, Efficacité et Inefficacité de l'Organisation du Bâtiment : Une interprétation en termes de trajectoire organisationnelle, Revue d'Économie Industrielle, N° 74, 4° trim;

Brown-Luthango, M., 2010, Access to Land for the Urban Poor—Policy Proposals for South African Cities, Urban Forum, 21:123–138, DOI 10.1007/s12132-010-9081-x;

Brtalik, K., Feraud, M., Huniu, K., Jennings, D., Kahan, H. & Travis, G., 2012, Assessing Decentralized Wastewater Treatment Options in Santa Barbara County, Bren School of Environmental Sciences and Management, University of California, Santa Barbara; disponível em: www.bren.ucsb.edu/research/2012Group_Projects/documents/wastewater_report.pdf, acesso em 17-03-2107;

Bruce, N., Perez-Padilla, R. & Albalak, R., 2000, Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge, Bulletin of the World Health Organization, 78 (9);

Brugmann, J., 1996, Planning for Sustainability at the Local Government Level, *Environ Impact Assess Rev*;16:363-379;

Brundtland, 1987, Brundtland Report- our common future.pdf, disponível em, <http://ambiente.files.wordpress.com/2011/03/brundtland-report-our-common-future.pdf>, acesso em 12-06-2011;

Bruno, A.W., Gallipoli, D., Perlot, C. & Mendes, J., 2017, Effect of stabilisation on mechanical properties, moisture buffering and water durability of hypercompacted earth, *Construction and Building Materials*, Volume 149, Pages 733-740, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.182>;

Bruno, F. 2011, On-site experimental testing of a novel dew point evaporative cooler, *Energy and Buildings*, Volume 43, Issue 12, December 2011, Pages 3475-3483, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.09.013>;

Bryden, M., Still, D., Scott, P., Hoffa, G., Ogle, D., Bailis, R. & Goyer, K., 2006, Design Principles for Wood Burning Cook Stoves, Aprovecho Research Center/Shell Foundation, disponível em: <http://www.bioenergylists.org/stovesdoc/Peia/Design%20Principles%20for%20Wood%20Burning%20Cookstoves.pdf>, acesso em 20-03-2017;

Bryld, E., 2003, Potentials, problems, and policy implications for urban agriculture in developing countries, *Agriculture and Human Values* 20: 79–86;

Bunz, K.R., Henze, G.P.P.E. & Tiller, D. K., 2006, Survey of Sustainable Building Design Practices in North America, Europe, and Asia, *Journal of Architectural Engineering*, Vol. 12, No.1, March, p. 33-62;

Burch, J.D. & Thomas, K.E., 1998, Water disinfection for developing countries and potential for solar thermal pasteurization, *Solar Energy* Vol. 64, Nos 1–3, pp. 87–97;

Burger, J., 2008, Environmental management: Integrating ecological evaluation, remediation, restoration, natural resource damage assessment and long-term stewardship on contaminated lands, *Science of the Total Environment*, 400, 6-19;

Burkhard, R., Deletic, A. & Craig, A., 2000, Techniques for water and wastewater management: a review of techniques and their integration in planning, *Urban Water*, 2, 197-221;

Busato, L., 2003, Passive cooling and energy efficient strategies for the design of a hotel on the Southern coast of Pernambuco, Brazil, *Dissertação de Mestrado*, London Metropolitan University;

Cabeza, L.F., Barreneche, C., Miró, L., Morera, J.M., Bartolí, E. & Fernández, A.I., 2013, Low carbon and low embodied energy materials in buildings: A review,

Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 23, July 2013, Pages 536-542, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.017>;

Cabeza, L.F., Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G. & Castell, A., 2014, Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 29, January 2014, Pages 394-416, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.037>;

Cabraal, R. A., Barnes, D.F. & Agarwal, S.G., 2005, Productive Uses of Energy for Rural Development, Annu. Rev. Environ. Resour., 30:117–44, doi: 10.1146/annurev.energy.30.050504.144228;

CAHF, 2016, Housing Finance in Africa: A review of some of Africa's housing finance markets September 2016, Centre for Affordable Housing Finance in Africa (CAHF), Parkview, South Africa, disponível em: http://housingfinanceafrica.org/app/uploads/CAHF_Housing-Finance-in-Africa-Yearbook-2016.09.pdf, acesso em 6-10-2017;

Cain, A., 2014, African urban fantasies: past lessons and emerging realities, Environment & Urbanization, Vol 26 (1): 1–7. DOI: 10.1177/0956247814526544;

Cain, A., 2017a, The Private Housing Sector in Angola Angola's tentative development of a private real-estate market, Centre for Affordable Housing in Africa, disponível em: https://housingfinanceafrica.org/app/uploads/DWA_CAHF_Private-Sector-Housing-in-Angola_February-2017.pdf, acesso em 04-10-2017;

Cain, A., 2017b, The Financing and Affordability of Urban Services in Angola, Centre for Affordable Housing in Africa, disponível em: http://housingfinanceafrica.org/app/uploads/DW-Angola_CAHF_Financing-Affordability-of-Urban-Services-for-Housing_January-2017.pdf, acesso em 4-10-2017;

Campinos-Dubernet, M., 2000, Les grandes étapes de la transformation du BTP en France (1950-1989) em L'Innovation en Chantiers Cahier Thématique Chantier 2000 Plan Construction et Architecture, Paris ;

Canto, S.A.E., 2014, Uma Nova Proposta de Avaliação de Fogões à Biomassa, Tese de Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia, PRODERNA/ITEC, da Universidade Federal do Pará, Belém;

Capps, K.A., Catherine N. Bentsen & Ramírez, A., 2016, Poverty, urbanization, and environmental degradation: urban streams in the developing world, Freshwater Science, 35(1), 429–435, DOI: 10.1086/684945;

Carassus, J., 2002, Construction la Mutation : De l'ouvrage au service, Presses de l'Ecole des Ponts et Chaussées, Paris;

- Cardoso, A.S, Veloso & Paiva, 1984, “Considerações sobre o Enquadramento Geral da Política de Habitação Social”, em Jornadas Técnicas de Habitação Social, M.E.S., Edição do LNEC, Lisboa;
- Carielo, G., Calazans, G., Lima, G. & Tiba, C., 2017, Solar water pasteurizer: Productivity and treatment efficiency in microbial decontamination, *Renewable Energy*, 105, 257e269, <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.12.042>;
- Chan, H-Y, Riffat, S.B. & Zhu, J., 2010, Review of passive solar heating and cooling technologies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 781–789, doi:10.1016/j.rser.2009.10.030;
- Chandel, S.S. & Agarwa, T., 2017, Review of current state of research on energy storage, toxicity, health hazards and commercialization of phase changing materials, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 581–596, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.070>;
- Chandel, S.S., Sharma, V., & Marwah, B.M., 2016, Review of energy efficient features in vernacular architecture for improving indoor thermal comfort conditions, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 65 (2016) 459–477, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.038>;
- Cheetham, T., 2003, “Social Housing & Inner City Revitalization in Port Elizabeth, South Africa”, Master Programme Environmental Engineering and Sustainable Infrastructure at The Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden;
- Cheng, V., Ng, E., & Givoni, B., 2005, Effect of envelope colour and thermal mass on indoor temperatures in hot humid climate, *Solar Energy*, 78, 528–534, doi:10.1016/j.solener.2004.05.005;
- Cheremisinof, N.P., 2002, *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*, Butterworth-Heinemann, ISBN: 0-7506-7498-9;
- Chikowo, R., Faloya, V. Petit, S. & Munier-Jolain, N.M., (2009), Integrated Weed Management systems allow reduced reliance on herbicides and long-term weed control *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 132, 237–242;
- Chineke, T. C. & Ezike, F.M., 2010, Political will and collaboration for electric power reform through renewable energy in Africa, *Energy Policy*, 38, 678–684, doi:10.1016/j.enpol.2009.10.004;
- Chinsembu, K.C., 2015, Plants as antimalarial agents in Sub-Saharan Africa, *Acta Tropica*, 152, 32–48, <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.08.009>;
- Christen, A., Navarro, C. M. & Mäusezahl, D., 2009, Safe drinking water and clean air: An experimental study evaluating the concept of combining household water treatment

and indoor air improvement using the Water Disinfection Stove (WADIS), *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 212, 562–568, doi:10.1016/j.ijheh.2009.01.001;

Chrysoulakis, N., Lopes, M., San José, R., Grimmond, C.S.B., Jones, M.B., Magliulo, V., Klostermann, J.E.M., Synnefa, A., Mitraka, Z., Castro, E., González, A., Vogt, R., Vesala, T., Spano, D., Pigeon, G., Freer-Smith, P., Staszewski, T., Hodges, N., Mills, G. & Cartalis, C. 2013, Sustainable urban metabolism as a link between bio-physical sciences and urban planning: the BRIDGE project, *Landscape and Urban Planning*, 112, 100–117, <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.12.005>;

Chu, Y., 2011, Review and Comparison of Different Solar Energy Technologies, Global Energy Network Institute (GENI), disponível em: <http://www.geni.org/globalenergy/research/review-and-comparison-of-solar-technologies/Review-and-Comparison-of-Different-Solar-Technologies.pdf>, acesso em 21/03/2017;

Chungloo, S. & Limmeechokchai, B., 2007, Application of passive cooling systems in the hot and humid climate: The case study of solar chimney and wetted roof in Thailand, *Building and Environment*, 42, 3341–3351, doi: 10.1016/j.buildenv.2006.08.030;

Chungloo, S. & Limmeechokchai, B., 2009, Utilization of cool ceiling with roof solar chimney in Thailand: The experimental and numerical analysis, *Renewable Energy*, 34, 623–633, doi: 10.1016/j.renene.2008.05.026;

CIAM, 1933, Carta de Atena, CIAM – Congresso Internacional de Arquitectura Moderna, Atenas;

Claes, K., Vandenbussche, L., Versele, A., Klein, R. & Verbist, B., 2012, Sustainable urban planning and construction in the South. KLIMOS working paper 7, KLIMOS, Leuven, Belgium;

Clements-Croome, D., 2011, Sustainable intelligent buildings for people: A review, *Journal Intelligent Buildings International*, Volume 3, Issue 2, Pages 67-86;

Clesceri, N., Donald, L., Aulenbach, B. & Roetzer, J.F., 2009, Treatment by Subsurface Application, em: Wang, L. K., Pereira, N. C., Hung, Y. T. & Shammas, N. K. (eds.) 818 pp., 2009, Volume 8: Biological Treatment Processes, *Handbook of Environmental Engineering*, Humana Press, DOI: 10.1007/978-1-60327-156-1;

Coch, H., 1998, Chapter 4 - Bioclimatism in vernacular architecture, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2, 67-87;

Cole, R.J., 1998, Emerging trends in building environmental assessment methods, *Building Research & Information*, 26:1, 3-16;

- Cole, R.J., 1999, Building environmental assessment methods: clarifying intentions, *Building Research & Information*, 27, 4-5, 230-246, <http://dx.doi.org/10.1080/096132199369354>;
- Cole, R.J., Robinson, J., Brown, Z. & O'shea, M., 2008, Re-contextualizing the notion of comfort, *Building Research & Information*, 36:4, 323-336, DOI: 10.1080/09613210802076328;
- Collados, C. & Duane, T.P., 1999, Natural capital and quality of life: a model for evaluating the sustainability of alternative regional development paths, *Ecological Economics*, 30, 1999, 441–460, PII: S0921-8009(99)00020-8;
- Collier, Paul & Venables, Anthony J., 2013, *Housing and Urbanization in Africa: Unleashing a Formal Market Process* Department of Economics, World Bank; disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/17586/842530WP0Colli0Box0382136B00PUBLIC0.txt?sequence=2&isAllowed=y>, acesso em 05-05-2017;
- Copiello, S., 2015, Achieving affordable housing through energy efficiency strategy, *Energy Policy*, 85, 288–298, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2015.06.017>;
- Correia, R., 1984, em *Jornadas Técnicas de Habitação Social*, Ministério do Equipamento Social, Edição do LNEC Lisboa;
- Crawley, D. & Aho, I., 1999, Building environmental assessment methods: applications and development trends, *Building Research & Information*, 27:4-5, 300-308, <http://dx.doi.org/10.1080/096132199369417>;
- Cruz, D.A.P.A., 2012, *Memórias de um Mercado Tropical – O Mercado do Kinaxixe e Vasco Vieira da Costa*, Dissertação de Mestrado, Departamento de Arquitectura da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra;
- Cuce, E., & P. M. Cuce. 2013, A Comprehensive Review on Solar Cookers, *Applied Energy* 102: 1399–1421;
- Dai, K., Bergot, A., Liang, C., Xiang, W.-N. & Huang, Z., 2015, Environmental issues associated with wind energy - A review, *Renewable Energy*, 75, 911e921, <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2014.10.074>;
- Dammann, S. & Elle, M., 2006, Environmental indicators: establishing a common language for green building, *Building Research & Information*, 34:4, 387-404, <http://dx.doi.org/10.1080/09613210600766377>;
- de Blois, J., Bilec, M. & Schaefer, L., 2013, Simulating home cooling load reductions for a novel opaque roof solar chimney configuration, *Applied Energy*, Volume 112, Pages 142-151, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.05.084>;

- de Bon, H., Huat, J., Parrot, L., Sinzogan, A., Martin, T. Malézieux, E. & Vayssières, J.-F., 2014, Pesticide risks from fruit and vegetable pest management by small farmers in sub-Saharan Africa. A review, *Agron. Sustain. Dev* 34:723–736 DOI 10.1007/s13593-014-0216-7;
- de Bon, H., Parrot, L. & Moustier, P., 2010, Sustainable urban agriculture in developing countries. A review, *Agron. Sustain. Dev.* 30, 21–32;
- de Paepe, M. & Janssens, 2003, Thermo-hydraulic design of earth-air heat exchangers, *Energy and Buildings*, Volume 35, Issue 4, Pages 389-39, [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00113-5](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00113-5);
- Deelstra, T. & Girardet, H., 2000, Urban Agricultura and Sustainable Cities, in N. Bakker, M. Dubbeling, S. Guendel, U. Sabel Koschella, H. de Zeeuw (eds.) *Growing Cities, Growing Food, Urban Agriculture on the Policy Agenda*, DSE, disponível em: <http://www.ruaf.org/publications/growing-cities-growing-food-urban-agriculture-policy-agenda> acesso em 10-01-2017;
- Dehghani-sanij, A.R., Soltani, M. & Raahemifar, K., 2015, A new design of wind tower for passive ventilation in buildings to reduce energy consumption in windy regions, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 42, Pages 182-195, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.018>;
- Deichmann U, Meisner C, Murray S. & Wheeler D. 2010, The economics of renewable energy expansion in rural sub-saharan africa. Policy Research Working Paper 5193, The World Bank Development Research Group Environment and Energy Team, disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/19902/WPS5193.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, acesso em 10-05-2017;
- Delgado, M.C.J. & Guerrero, I.C., 2007, The selection of soils for unstabilised earth building: A normative review, *Construction and Building Materials*, 21, 237–251, doi:10.1016/j.conbuildmat.2005.08.006;
- Demirbas, M.F., Balat, M. & Balat, H., 2009, Potential contribution of biomass to the sustainable energy development, *Energy Conversion and Management*, 50, 1746–1760, doi:10.1016/j.enconman.2009.03.013;
- Desai, N., Tanksali, A. & Soraganvi, V.S., 2016, Vermicomposting – Solution for Milk Sludge, *Procedia Environmental Sciences*, 35, 441 – 449, doi: 10.1016/j.proenv.2016.07.027;
- Diabaté, L., Blanc, Ph. & Wald, L., 2004, Solar radiation climate in Africa, *Solar Energy*, 76, 733–744, doi:10.1016/j.solener.2004.01.002;

- Diaz-Sarachaga, J.M., Jato-Espino, D., Alsulami, B. & Castro-Fresno, D., 2016, Evaluation of existing sustainable infrastructure rating systems for their application in developing countries, *Ecological Indicators*, Volume 71, Pages 491-502, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.07.033>;
- Dickin, S.K., Schuster-Wallace, C., Qadir, M. & Pizzacalla, K., 2016, A Review of Health Risks and Pathways for Exposure to Wastewater Use in Agriculture, *Environmental Health Perspectives*, volume 124, available at <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1509995>;
- Dijkgraaf, E.& Vollebergh, H.R.J., 2004, Burn or bury? A social cost comparison of final waste disposal methods. *Ecol. Econ.* 50, 233–247, doi:10.1016/j.ecolecon.2004.03.029;
- Dimoudi, A. S. Zoras, S., Kantzioura, A., Stogiannou, X., Kosmopoulos, P. & Pallas C., 2014, Use of cool materials and other bioclimatic interventions in outdoor places in order to mitigate the urban heat island in a medium size city in Greece, *Sustainable Cities and Society*, 13, 89–96, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2014.04.003>;
- Ding, G. K.C., 2008, Sustainable construction-The role of environmental assessment tools,,*J. Environmental Management* 86, 451–464, doi:10.1016/j.jenvman.2006.12.025;
- Dixit, M.K., Fernández-Solís, J.L., Lavy, S. & Culp, C.H., 2010, Identification of parameters for embodied energy measurement: A literature review, *Energy and Buildings*, Volume 42, Issue 8, Pages 1238-1247, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.02.016>;
- Doan, D.T., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Zhang, T., Ghaffarianhoseini, A. & Tookey, J., 2017, A critical comparison of green building rating systems, *Building and Environment*, 123, 243-260, <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.007>;
- Dreizin, Y., 2006, *Wastewater Reuse in Israel – Risk Assessment*, em: Zaidi, Mohammed K. editor, 2006, *Wastewater Reuse and Environmental Security Risk Assessment, Decision-Making*, Published by Springer, Dordrecht, The Netherlands, ISBN 978-1-4020-6027 -4;
- du Plessis, C. et al., 2002, *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries*, CIB-UNEP-IETP, CSIR Building and Construction Technology, Petroria;
- du Plessis, C., 1999, Sustainable development demands dialogue between developed and developing worlds, *Building Research & Information*, 27:6, 378-389, DOI: 10.1080/096132199369219;
- du Plessis, C., 2001, Sustainability and sustainable construction: the African context, *Building Research & Information*, 29:5, 374-380, DOI: 10.1080/09613210110063809;

- du Plessis, C., 2005, Action for sustainability: preparing an Africa plan for sustainable building and construction, *Building Research & Information*, Volume 33, Issue 5, Pages 405-415, <http://dx.doi.org/10.1080/09613210500218974>;
- du Plessis, C., 2007, A strategic framework for sustainable construction in developing countries *Construction Management and Economics*, 25, 67–76, DOI: 10.1080/01446190600601313;
- du Plessis, C., Irurah, D. & Scholes, R.J., 2003, The built environment and climate change in South Africa, *Building Research & Information*, 31:3-4, 240-256, <http://dx.doi.org/10.1080/0961321032000097665>;
- Duff, W.S. & Hodgson, D.A., 2005, A simple high efficiency solar water purification system, *Solar Energy*, 79, 25–32, doi:10.1016/j.solener.2004.10.005;
- Duff, W.S., Clopper, A., Fagerston, K., Koski, A., Leak, A., Palenfo, R., Ruff, L., Simson, Z., Smith, B. & Ulrich, K., 2010, A Passive Solar Water Purification System for Remote Areas of Afghanistan, American Solar Energy Society;
- DW (Development Workshop Angola), 2015, Programa de Habitação Social em Angola – Ministério do Urbanismo e Habitação, disponível em: <https://pt.slideshare.net/DeveopmentWorkshopAngola/programa-de-habitaao-social-em-angola>, acesso em, 3-07-2018;
- Eckert, J., 2010, Food Systems, Planning and Quantifying Access: How Urban Planning Can Strengthen Toledo’s Local Food System, Master of Arts Degree in Geography, The University of Toledo, USA;
- El Fgaier, F., Lafhaj, Z., Antczak, E. & Chapiseau, C., 2016, Dynamic thermal performance of three types of unfired earth bricks, *Applied Thermal Engineering*, 93, 377–383, <http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.09.009>;
- Elbatran A.H., Abdel-Hamed, M.W., O. B. Yaakob, Ahmed, Y.M. & Ismail, M.A., 2015b, Hydro Power and Turbine Systems Reviews, *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 74:5, 83–90, www.jurnalteknologi.utm.my, eISSN 2180–3722;
- Elbatran, A.H, Yaakob, O.B., Ahmed, Y.M. & Shabara, H.M., 2015a, Operation, performance and economic analysis of low head micro-hydropower turbines for rural and remote areas: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43, 40–50, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.045>;
- Environmental Protection Agency (EPA), 2000, Manual -Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters, Office of Research and Development Cincinnati, Ohio 45268, EPA/625/R-99/010, disponível em: <http://www.epa.gov/ORD/NRMRL>, acesso 27-03-2017;

Escalona-Arranz, J.C., Perez-Rosés, R., Rodríguez-Amado, J., Morris-Quevedo, H.J., Mwasi, L.B., Cabrera-Sotomayor, O., Machado-García, R., Fong-Lórez, O., Alfonso-Castillo, A. & Puente-Zapata, E., 2016, Antioxidant and toxicological evaluation of a *Tamarindus indica* L. leaf fluid extract, *Natural Product Research* Vol. 30, Iss. 4;

Evans, A., Strezov, V. & Evans, T.J., 2009, Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 1082–1088, doi:10.1016/j.rser.2008.03.008;

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 1993a, Guidelines for land-use planning, FAO Development Series No. 1, Rome, Italy, ISBN 92-5-103282-3;

FAO, 1993b, Indian Improved Cookstoves: A Compendium, the FAO Regional Wood Energy Development Programme in Asia, Bangkok, Thailand, disponível em: <http://www.fao.org/docrep/006/AD585E/ad585e00.pdf>, acesso em 21/03/2017;

FAO, 1996, Angola: Country Report to the International Conference and Programme on Plant Genetic Resource, Leipzig, Germany, 17-23 June 1996. <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/PGR/SoW1/africa/ANGOLA.pdf>, acesso em 29-12-2016;

FAO, 2007, Profitability and sustainability of urban and peri-urban agriculture, ISBN 978-92-5-105881-7;

FAO, 2008, Urban Agriculture For Sustainable Poverty Alleviation and Food Security, UPA_-WBpaper-Final_October_2008 disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/FCIT/PDF/UPA_-WBpaper-Final_October_2008.pdf acesso em 5/01/2017;

FAO, 2012, Growing greener cities in Africa. First status report on urban and peri-urban horticulture in Africa. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/i3002e/i3002e.pdf> acesso em 05/01/2017;

FAO, 2015. Regional overview of food insecurity: African food security prospects brighter than ever. Accra, FAO;

Farrell, M.& Jones, D.L., 2009, Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markets. *Bioresour. Technol.* 100, 4301–4310, doi:10.1016/j.biortech.2009.04.029;

Fastofski, D.C., González, M.A.S. & Kern, A.P., 2017, Sustainability analysis of housing developments through the Brazilian environmental rating system Selo Casa Azul, *Habitat International*, Volume 67, Pages 44-53, <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.07.001>;

- FCAV & CERWAY, 2013, Referencial técnico de certificação “Edifícios habitacionais - Processo AQUA” © – 2013 - Versão 2, Fundação Vanzolini, acesso em 22/09/2017;
- FCAV (Fundação Vanzolini) & CERWAY, 2014, Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Residenciais em Construção, disponível em: www.aqua-hqe.com.br, acesso em 22/09/2017;
- FCAV (Fundação Vanzolini) & CERWAY, 2016, Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Residenciais em Construção, disponível em: www.aqua-hqe.com.br, acesso em 22/09/2017;
- Fehr, M., Castro, M.S.M.V. de & Calçado M.d.R., 2000, A practical solution to the problem of household waste management in Brazil, *Resources, Conservation and Recycling*, 30, 245–257;
- Ferreira, J., Pinheiro, M.D. & Brito, J., 2014, Portuguese sustainable construction assessment tools benchmarked with BREEAM and LEED: An energy analysis, *Energy and Buildings*, 69, 451–463, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.11.039>;
- Ferreira, J., Pinheiro, M.D. & Brito, J., 2013, Refurbishment decision support tools: A review from a Portuguese user’s perspective, *Construction and Building Materials*, 49, 425–447, <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.08.064>;
- Ferris, J., Norman, C. & Sempik, J. P., 2001, Land and Sustainability: Community Gardens and the Social Dimension of Sustainable Development, *Social Policy & Administration*, V. 35, N.º 5, P. 559-568, ISSN: 0144-5596;
- Fintikakis, N., Gaitani, N., Santamouris, M., Assimakopoulos, M., Assimakopoulos, D.N., Fintikaki, M., Albanis, G., Papadimitriou, K., Chryssochoides, E., Katopodi, K. & Doulas, P., 2011, Bioclimatic design of open public spaces in the historic centre of Tirana, Albania, *Sustainable Cities and Society*, 1, 54–62, doi:10.1016/j.scs.2010.12.001;
- Forsberg, A. & Malmberg, F., 2004, Tools for environmental assessment of the built environment, *Build. Envir.*, 39, 223 – 228, doi:10.1016/j.buildenv.2003.09.004;
- Foster, S. & Elzinga, D., 2015, The Role of Fossil Fuels in a Sustainable Energy System, *UN CHRONICLE*, No. 3, 2015, disponível em: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=b26ece06-8073-436c-a55c-a739002ea5e7%40sessionmgr103&vid=0&hid=113>, acessado em: 19-04-2017;
- Fukurozaki, S.H., 2011, Avaliação do Ciclo de Vida de Potenciais Rotas de Produção de Hidrogênio: Estudo dos Sistemas de Gaseificação da Biomassa e de Energia Solar Fotovoltaica, Tese Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Universidade de S. Paulo;

- Gago, E.J., Roldan, J., Pacheco-Torres, R. & Ordóñez, J., 2013, The city and urban heat islands: A review of strategies to mitigate adverse effects, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 749–758, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.057>;
- Gaitani, N., Mihalakakou, G. & Santamouris, M., 2007, On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces, *Building and Environment*, 42, 317–324, doi:10.1016/j.buildenv.2005.08.018;
- Gajalakshmi, S. & S. A. Abbasi, S.A., 2008, Solid Waste Management by Composting: State of the Art, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, Volume 38, 2008 - Issue 5, Pages 311-400, <https://doi.org/10.1080/10643380701413633>;
- Galvão, A.F., 2009, Comportamento Hidráulico e Ambiental de Zonas Húmidas Construídas Para o Tratamento de Águas Residuais, *Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia do Ambiente*, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico;
- Gambatese, J. A. & Hallowell, M., 2011, Enabling and measuring innovation in the construction industry, *Construction Management and Economics*, 29, p. 553–567;
- Ganiron Jr, T. U., 2014, Investigation on the Physical Properties and Use of Lumampao Bamboo Species as Wood Construction Material, *International Journal of Advanced Science and Technology*, Vol.72 (2014), pp.49-62, <http://dx.doi.org/10.14257/ijast.2014.72.05>;
- Gasparatos, A., El-Haram, M. & Horner, M. A critical review of reductionist approaches for assessing the progress towards sustainability. *Environ Impact Assess Rev* 2008;28: 286–311, doi:10.1016/j.eiar.2007.09.002;
- Getahun, T., Mengistie, E., Haddis, A., Wasie, F., Alemayehu, E., Dadi, D., Van Gerven, T., & Van der Bruggen, B., 2012, Municipal solid waste generation in growing urban areas in Africa: current practices and relation to socioeconomic factors in Jimma, Ethiopia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184, 6337–6345;
- Gibberd, J., 2003, Integrating Sustainable Development into Briefing and Design Process of Buildings in Developing Countries: An Assessment Tool, *Tese de Doutorado em Arquitetura*, Universidade de Pretória, Pretória;
- Gibberd, J., 2005, Assessing Sustainable Buildings in Developing Countries – The Sustainable Building Assessment Tool (SBAT) and the Sustainable Building Lifecycle (SBL), SB05 Tokyo: Action for Sustainability - The 2005 World Sustainable Building Conference in Tokyo, Japan, 27 - 29 September, disponível em: <http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB3735.pdf>, acesso em 26-09-2107;

- Gilbert, A.G., 2014, Free housing for the poor: An effective way to address poverty?, *Habitat International*, 41, 253e261, <http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.08.009>;
- Gill, L.W. & Price, C., 2010, Preliminary observations of a continuous flow solar disinfection system for a rural community in Kenya, *Energy*, 35,4607–4611, doi:10.1016/j.energy.2010.01.008;
- Givoni, B., 1998, *Climate considerations in building and urban design*, John Wiley & Sons, New York, ISBN 0-471-29177-3;
- Glover-Amengor, M., Aryeetey, R., Afari, E. & Nyarko, A., 2016, Micronutrient composition and acceptability of Moringa oleifera leaf-fortified dishes by children in Ada-East district, Ghana, *Food Science & Nutrition*, July 2016, doi: 10.1002/fsn3.395;
- Gobbi, S., Puglisi, V. & Ciaramella, A., 2016, A rating system for integrating building performance tools in developing countries, *Energy Procedia*, 96, 333 – 344, doi: 10.1016/j.egypro.2016.09.156;
- Godfray, C., 2012, O desafio de alimentar nove mil milhões de pessoas em 2050, em: *O Futuro da Alimentação: Ambiente, Saúde e Economia*, Fundação Calouste Gulbenkian, ISBN 978-972-31-1486-7;
- Godoy, C.E.M., 2006, *Produção da tilápia do Nilo, Oreochromis niloticus (L, 1758), linhagem Chitralada, de pequeno porte, em tanques-rede visando o atendimento de comunidades carentes. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco*;
- Goh, B.H. & Sun, Y., 2016, The development of life-cycle costing for buildings, *Building Research & Information*, 44:3, 319-333, <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2014.993566>;
- Gonçalves, T.J.M., 2011, *Metodologia para dimensionamento de turbinas Banki para aplicação microhídricas em antigos moinhos, Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade do Minho*;
- Gough, M.Z. & Accordino, J., 2013, Public Gardens as Sustainable Community Development Partners: Motivations, Perceived Benefits, and Challenges, *Urban Affairs Review* 49(6) 851– 887, DOI: 10.1177/1078087413477634;
- Govender, T., Barnes, J.M. & Pieper, C.H., 2011, Housing conditions, sanitation status and associated health risks in selected subsidized low-cost housing settlements in Cape Town, South Africa, *Habitat International*, 35, 335e342, doi:10.1016/j.habitatint.2010.11.001;
- Gregory, K., Moghtaderi, B. & Sugo, H., 2008, Effect of thermal mass on the thermal performance of various Australian residential constructions systems *Energy and*

Buildings, Volume 40, Issue 4, Pages 459-465, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.04.001>;

Guedes, M.C, Pinheiro, M. & Alves, L.M., 2009, Sustainable architecture and urban design in Portugal: An overview, *Renewable Energy*, 34, 1999–2006, doi:10.1016/j.renene.2009.02.014;

Guedes, M.C. (coordenador), et al., 2012, *Arquitetura Sustentável em Angola: Manual de Boas Práticas*, CPLP - Comunidade dos Países de Língua Portuguesa, ISBN:978-989-97178-3-1;

Guedes, M.C.C., Baker, N., Chenvidyakarn, T., Cantuária, G., Borges, K. Aleixo, J. Pereira, I. & Alves, L. (s.d.), *O Projecto SURE-Africa: Reabilitação Urbana Sustentável – Eficiência Energética em Edifícios no Contexto Africano*, disponível em: <http://www.cplp.org/Admin/Public/Download.aspx?file=Files%2FFiler%2Fcplp%2Fredes%2Fambiente%2FResumoSUREafrica.pdf>, acesso em:24-03-2018;

Guerrero, L.A., Maas, G. & Hogland, W., 2013, Solid waste management challenges for cities in developing countries, *Waste Management*, 33, 220–232, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>;

Haapio, A. & Viitaniemi, P., 2008, A critical review of building environmental assessment tools, *Environmental Impact Assessment Review*, 28, 469–482, DOI: 10.1016/j.eiar.2008.01.002;

Häkkinen, T. & Belloni, K., 2011, Barriers and drivers for sustainable building, *Building Research & Information* Vol. 39, n.º 3, p. 239-255, <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2011.561948>;

Halloran, A. & Magid, J., 2013, The role of local government in promoting sustainable urban agriculture in Dar es Salaam and Copenhagen, *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography*, 113:2, 121-132, DOI: 10.1080/00167223.2013.848612;

Hammond, A., Adriaanse, A., Rodenburg, E., Bryant, D., & Woodward, R., 1995, *Environmental indicators: A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development*. Washington, D.C.: World Resources Institute;

Hancock, K.J., 2015, The expanding horizon of renewable energy in sub-Saharan Africa: Leading research in the social sciences, *Energy Research & Social Science*, 5, 1–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2014.12.021>;

Harmim, A., Merzouk, M., Boukar M. & Amar, M., 2014, Solar cooking development in Algerian Sahara: Towards a socially suitable solar cooker, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 207–214, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.028>;

- Harris, D.J. & Helwig, N., 2007, Solar chimney and building ventilation, *Applied Energy*, Volume 84, Issue 2, Pages 135-146, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2006.07.001>;
- Hashema, A. & Khatami, N., 2017, Effects of solar shading on thermal comfort in low-income tropical housing, *Energy Procedia*, 111, 235 – 244, doi:10.1016/j.egypro.2017.03.025;
- He, P.-J., 2012, Municipal solid waste in rural areas of developing country: Do we need special treatment mode?, *Waste Management*, 32, 1289–1290, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.03.023>;
- Hendrickson, M.K. & Porth, M., 2012, Urban Agriculture — Best Practices and Possibilities, Report developed for the Urban Sustainability Directors in the cities of Columbia, Kansas City and St. Louis, Missouri, University of Missouri disponível em, http://extension.missouri.edu/foodsystems/documents/urbanagreport_072012.pdf acesso em 10-01-2017;
- Heralova, R.S., 2017, Life cycle costing as an important contribution to feasibility study in construction projects, *Procedia Engineering*, 196, 565 – 570, doi: 10.1016/j.proeng.2017.08.031;
- Hill, R.C. & Bowen, P.A., 1997, Sustainable construction: principles and a framework for attainment, *Construction Management and Economics*, 15:3, 223-239; <http://dx.doi.org/10.1080/014461997372971>;
- Hillebrandt, P.M., 2011, Choice of Technologies and Inputs for Construction in Developing Countries, Department of Construction Management and Engineering - University of Reading – UK http://buildnet.csir.co.za/cdcproc/docs/1st/hillebrandt_pm.pdf acedido em 21-06-2011;
- Hovnanian, C., 1984, Aspectos Técnicos da Habitação Social em Portugal, em Jornadas Técnicas de Habitação, Ministério do Equipamento Social, Lisboa;
- Howard, G. & Bartram, J., 2003, Domestic Water Quantity, Service, Level and Health, World Health Organization;
- Howe, J., 2002, Planning for Urban Food: The Experience of Two UK Cities, *Planning Practice & Research*, Vol. 17, No. 2, pp. 125–144, DOI: 10.1080/0269745022014590 4;
- Hsieh, C. & Harshaw, J., 2014, LEED v4, *Trane Engineers Newsletter* volume 43-1;
- Huanga, D. & Drescher, M., 2015, Urban crops and livestock: The experiences, challenges, and opportunities of planning for urban agriculture in two Canadian provinces, *Land Use Policy* 43 1–14 <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.10.011>;

Huertas, E., Salgot, M., Hollender, J., Weber, S., Dott, W., Khan, S., Schäfer, A., Messalem, R., Bis, B., Aharoni, A. & Chikurel, H., 2008, Key objectives for water reuse concepts, *Desalination*, 218, 120–131, doi:10.1016/j.desal.2006.09.032;

Hugé, J., Waas, T., Dahdouh-Guebas, F., Koedam, N. & Block, T., 2013, A discourse-analytical perspective on sustainability assessment: interpreting sustainable development in practice, *Sustainability Science*, 8:187–198, DOI 10.1007/s11625-012-0184-2;

Hughes, B.R., Chaudhry, H.N. & Ghani, S.A., 2011, A review of sustainable cooling technologies in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 6, 3112–3120, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.03.032>;

Huntzinger, D. N., & Eatmon, T. D., 2009, A life-cycle assessment of Portland cement manufacturing: comparing the traditional process with alternative technologies. *Journal of Cleaner Production*, 17(7), 668-675. DOI: 10.1016/j.jclepro.2008.04.007;

Ibem, E.O., 2009, Community-led infrastructure provision in low-income urban communities in developing countries: A study on Ohafia, Nigeria, *Cities*, 26, 125–132, doi:10.1016/j.cities.2009.02.001;

IEA (International Energy Agency), 2011, *Solar Energy Perspectives*, International Energy Agency, 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France, ISBN 978-92-6412-457-8;

IEA (International Energy Agency), 2012, *Technology Roadmap Hydropower*, International Energy Agency, 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France, disponível em: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Hydropower_Roadmap.pdf, acesso: 03-05-2017;

Ikejemba, E.C.X., Mpuan, P.B., Schuur, P.C. & Hillegersberg, J.V., 2017, The empirical reality & sustainable management failures of renewable energy projects in Sub-Saharan Africa (part 1 of 2), *Renewable Energy*, 102, 234e240, <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.10.037>;

Ilesanmi, A.O., 2011, Home and Psycho-social Benefits: The Case of Public Housing in Lagos, Nigeria, *Ife PsychologIA*; 19(2);

Ilesanmi, A.O., 2010, Urban sustainability in the context of Lagos mega-city, *Journal of Geography and Regional Planning* Vol. 3(10), pp. 240-252, October 2010 Available online at <http://www.academicjournals.org/JGRP>, ISSN 2070-1845;

- Imbert, I.D.C., 1990, Human issues affecting construction in developing countries, *Construction Management & Economics*, Volume 8, Issue 2, <https://doi.org/10.1080/01446199000000018>;
- INBAR-Policy Synthesis Report, 2014, *Bamboo: A strategic resource for countries to reduce the effects of climate change*, International Network for Bamboo and Rattan, Beijing, China, ISBN 978-92-95098-54-1;
- INOFOR – Instituto para a Inovação na Formação, 1999, *Construção Civil e Obras Públicas em Portugal: Evolução das qualificações e diagnóstico das necessidades de formação*, Coleção Estudos Sectoriais, Lisboa;
- Ip, K., Lam, M. & Miller, A., 2010, Shading performance of a vertical deciduous climbing plant canopy, *Building and Environment*, 45, 81–88, doi:10.1016/j.buildenv.2009.05.003;
- IRENA (International Renewable Energy Agency), 2013, *Wind Map of Africa*, disponível em: <https://irena.masdar.ac.ae/GIS/?map=422>, acesso em: 10-05-2017;
- Irurah, D. K., 2002, *Agenda for Sustainable Construction in Africa. Africa position paper for Agenda 21 for Sustainable Construction in the Developing World*, School of Architecture and Planning, University of the Witwatersrand, Private Bag 3, WITS 2050, South Africa disponível em: http://www.sustainablesettlement.co.za/docs/a21_irurah.pdf acesso em 21-08-2011;
- Islam, H., Jollands, M., Setunge, S., Haque, N. & Bhuiyan, M.A, 2015, Life cycle assessment and life cycle cost implications for roofing and floor designs in residential buildings, *Energy and Buildings*, Volume 104, Pages 250-263, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.07.017>;
- ISO, 2015, *ISO/TS 21929-2:2015 Sustainability in building construction — Sustainability indicators — Part 2: Framework for the development of indicators for civil engineering works*, International Standard Organization, Geneva, Switzerland;
- Jabareen, Y.R., 2006, Sustainable Urban Forms - Their Typologies, Models, and Concepts, *Journal of Planning Education and Research*, 26: 38, DOI: 10.1177/0739456X05285119;
- Jama, B.A. Mutegi, J.K. & Njui, A.N., 2008, Potential of improved fallows to increase household and regional fuelwood supply: evidence from western Kenya, *Agroforestry Systems*, 73:155–166, DOI 10.1007/s10457-008-9132-7;
- John. V.M, & Prado, R.T.A., coordenadores, 2010, *Manual para o Selo Casa Azul da CAIXA*, Caixa Econômica Federal, Brasília, ISBN 978-85-86508-78-3;

Jomehzadeh, F., Nejat, P., Calautit, J.K., Yusof, M.B.M., Zaki, S.A., Hughes, B.C. & Yazid, M.N.A.W.M., 2017, A review on windcatcher for passive cooling and natural ventilation in buildings, Part 1: Indoor air quality and thermal comfort assessment, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Volume 70, April 2017, Pages 736–756, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.254>;

Kaatz, E., Root, D. & Bowen, P., 2005, Broadening project participation through a modified building sustainability assessment, *Building Research & Information*, 33:5, 441-454, DOI: 10.1080/09613210500219113;

Kaatz, E., Root, D.S., Bowen; P.A. & Hill, R.C., 2006, Advancing key outcomes of sustainability building assessment, *Building Research & Information*, 34:4, 308-320, <http://dx.doi.org/10.1080/09613210600724608>;

Kajikawa, Y., Inoue, T. & Goh, T.N., 2011, Analysis of building environment assessment frameworks and their implications for sustainability indicators, *Sustainable Science*, 6, 233–246, DOI 10.1007/s11625-011-0131-7;

Kalamdhad, A.S., Singh, Y.K., Ali, M., Khwairakpam, M. & Kazmi, A.A., 2009, Rotary drum composting of vegetable waste and tree leaves, *Bioresource Technology*, 100, 6442–6450, doi:10.1016/j.biortech.2009.07.030;

Kalappurayil, T.M. & Joseph, B.P., 2017, A Review of Pharmacognostical Studies on *Moringa oleifera* Lam. flowers. *Pharmacognosy Journal*; 9(1):1-7;

Kalogirou, S. A., 2005, Seawater desalination using renewable energy sources, *Progress in Energy and Combustion Science*, 31, 242–281, doi:10.1016/j.pecs.2005.03.001;

Kalogirou, S.A., 2004, Solar thermal collectors and applications, *Progress in Energy and Combustion Science*, 30, 231–295, doi:10.1016/j.pecs.2004.02.001;

Kalt, P., Birzer, C., Evans, H., Liew, A., Padovan, M. & Watchman, M., 2014, A Solar Disinfection Water Treatment System for Remote Communities, *Procedia Engineering*, 78, 250 – 258, doi: 10.1016/j.proeng.2014.07.064;

Kannan, N. & Vakeesan, D., 2016, Solar energy for future world: - A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1092–1105, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.022>;

Karimpour, M., Belusko, M., Xing, K. & Bruno, F., 2014, Minimising the life cycle energy of buildings: Review and analysis, *Building and Environment*, 73, 106e114, <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.11.019>;

Kates, R.W., Parris, T., Leiserowitz, A., 2005. What is sustainable development? Goals, indicators, values and practice, *Environment* 47, 8–21, disponible em:

https://sites.hks.harvard.edu/sustsci/ists/docs/whatisSD_env_kates_0504.pdf, acesso em 27-09-2017;

Kaunda, C.S., Kimambo, C.Z. & Nielsen, T.K., 2014, A technical discussion on microhydropower technology and its turbines, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 35, 445–459, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.04.035>;

Keivania R. & Werna, E., 2001, Modes of housing provision in developing countries, *Progress in Planning* n.º 55, pp. 65-118;

Kelly-Richards, S., Silber-Coats, N., Crootof, A., Tecklin, D. & Bauer, C., 2017, Governing the transition to renewable energy: A review of impacts and policy issues in the small hydropower boom, *Energy Policy*, 101, 251–264, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2016.11.03>;

Kerstens, S.M., Leusbrock, I. & Zeemanb, G., 2015, Feasibility analysis of wastewater and solid waste systems for application in Indonesia, *Science of the Total Environment*, 530–531, 53–65, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.05.077>;

Khan, N., Su, Y. Saffa & Riffat, B., 2008, A review on wind driven ventilation techniques, *Energy and Buildings*, 40, 1586–1604, doi:10.1016/j.enbuild.2008.02.015;

Khanal, R. & Lei, C., 2011, Solar chimney—A passive strategy for natural ventilation, *Energy and Buildings*, Volume 43, Issue 8, Pages 1811-1819, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.03.035>;

Kibert, C. J., 1994, Establishing principles and a model for sustainable construction. In *Proc of First International Conference of CIB TG 16 on Sustainable Construction*. Tampa, Florida, USA, p. 3–12;

Kibert, C.J., 2008, *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*, John Wiley & Sons, New Fersey;

Kibert, C.K., Sendzimir, J. & Guy, B., 2000, Construction ecology and metabolism: natural system analogues for a sustainable built environment, *Construction Management and Economics*, 18:8, 903-916, DOI: 10.1080/014461900446867;

Kirkland, D.E., 2008, *Harvest of Hope: A Case Study: the Sustainable Development of Urban Agriculture Projects in Cape Town, South Africa*, Thesis submitted in partial fulfilment for the degree of MPhil in Environmental Management, Department of Environmental and Geographical Science, University of Cape Town;

Kivaisi, A.K., 2001, The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review, *Ecological Engineering*, 16, 545–560;

Klinkenberg, E., McCall, P.J., Wilson, M.F.D., Amerasinghe, P. & Donnelly, M.J. 2008, Impact of urban agriculture on malaria vectors in Accra, Ghana, *Malaria Journal*, 7:151 doi:10.1186/1475-2875-7-151;

Kohler, N., 1999, The relevance of Green Building Challenge: an observer's perspective, *Building Research & Information*, 27:4-5, 309-320;

Komane, B. M., Vermaaka, I., Kamatoua, G. P.P., Summers, B. & Viljoena, A. M., 2017, Beauty in Baobab: a pilot study of the safety and efficacy of *Adansonia digitata* seed oil, *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 27, 1–8;

Koning, J. de, & Thiesen, S., 2005, Aqua Solaris – an optimized small scale desalination system with 40 litres output per square meter based upon solar thermal distillation, *Desalination*, 182, 503–509, doi:10.1016/j.desal.2005.03.026;

Kontoleon, K.J. & Bikas, D.K., 2007, The effect of south wall's outdoor absorption coefficient on time lag, decrement factor and temperature variations, *Energy and Buildings*, 39, 1011–1018, doi:10.1016/j.enbuild.2006.11.006;

Koscica, M., 2014, Agropolis: The Role of Urban Agriculture in Addressing Food Insecurity in Developing Cities, *Journal of International Affairs*, Spring/Summer 2014, Vol. 67, No. 2;

Kshirsagar, A.S., El-Gafy, M.A. & Abdelhamid, T.S., 2010. Suitability of life cycle cost analysis (LCCA) as asset management tools for institutional buildings, *Journal of Facilities Management* Vol. 8 No. 3, 162-178, DOI 10.1108/14725961011058811;

Kumar, M., Kumar, S. & Tyagi S.K., 2013, Design, development and technological advancement in the biomass cookstoves: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 265–285, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.010>;

Kwok, A.G. & Rajkovich, N.B., 2010, Addressing climate change in comfort standards, *Building and Environment*, 45, 18–22, doi:10.1016/j.buildenv.2009.02.005;

la Rosa, D., Barbarossa, L., Privitera, R. & Martinico, F., (2014), Agriculture and the city: A method for sustainable planning of new forms of agriculture in urban, *Land Use Policy*, 41, 290–303;

Lacasse, M.A., 1999, Materials and technology for sustainable construction, *Building Research & Information*, 27:6, 405-408, DOI: 10.1080/096132199369246;

Lako, J., Trenerry V. C., Wahlqvist, M., Wattanapenpaiboon, N., Sotheeswaran, S. & Premier, R., 2007, Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods, *Food Chemistry*, 101, 1727–1741, doi:10.1016/j.foodchem.2006.01.031;

- Lansink, J., 2013, The benefits of applying the Life Cycle Costing method: For the main-actors within the Dutch Commercial Real Estate sector, Dissertation Master Real Estate Management University of Greenwich, London, United Kingdom;
- Larasati, Z.R.D. & Mochtara, S., 2013, Application of bioclimatic parameter as sustainability approach on multi-story building design in tropical area, *Procedia Environmental Sciences*, 17, 822 – 830, doi: 10.1016/j.proenv.2013.02.100;
- Larsson, N., 2012, Part A, User Guide to the SBTool 2012 assessment framework, iiSBE, disponível em: <http://www.iisbe.org/system/files/SBTool%202012%20User%20Guide%20Part%20A%2007Dec12.pdf>, acesso em 25-09-2017;
- Larsson, N., 2016, Overview of the SBTool assessment framework, iiSBE, disponível em: <http://www.iisbe.org/system/files/private/SBTool%202016%20description%2021Jul16.pdf>, acesso em, 25-09-2017;
- Larsson, N., 2015, SBTool for 2015, iiSBE, disponível em: <http://www.iisbe.org/system/files/SBTool%20Complete%2004May15.pdf>, acesso em 25-09-2017
- Laustsen, J., 2008, Buildings Energy Efficiency Requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings, disponível em: http://www.iea.org/g8/2008/Building_Codes.pdf, acesso em 13-04-2017;
- Lavafpour, Y. & Surat M., 2011, Towards New Approaches for Converting Principles of Vernacular Architecture Into Energy Efficient Buildings in Hot and Dry Climates, *Journal of Building Performance*, Volume 2, Issue 1, ISSN: 2180-2106;
- LBJ (School of Public Affairs), 2010, Urban Sustainability and Renewable Energy Applications for Colonia-Type Housing in the Southern US, Final Report prepared by Peter M. Ward, Esther Sullivan and graduate students;
- Le Moniteur, 2003, *Enjeux Construction 2020*, Le Moniteur, Paris;
- Leal, Fernando, 1955, *O clima de Angola*, Serviço Meteorológico de Angola, LEA;
- Leary, R., 2011, Appropriate to the people A simple technology created for, hut not by, the people can't leap too far ahead. *Journal of Mechanical Engineering*, Junho 2011;
- Lecuona, A., Nogueira, J.-I., Ventas, R., Rodríguez-Hidalgo, M.-C. & Legrand, M., 2013, Solar cooker of the portable parabolic type incorporating heat storage based on PCM, *Applied Energy*, 111, 1136–1146, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.01.083>;

- Lédo, P.G.S., 2008, Flotação por ar dissolvido na clarificação de águas com baixa turbidez utilizando sulfato de alumínio e sementes de Moringa oleifera como coagulantes– Natal, RN; Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Departamento de Engenharia Química. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química;
- Lee, W.L., 2013, A comprehensive review of metrics of building environmental assessment schemes, *Energy and Buildings*, Volume 62, Pages 403-413, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.03.014>;
- Lefebvre, D. & Tezel, F. H., 2017, A review of energy storage technologies with focus on adsorption thermal energy storage processes for heating applications, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 116-125, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.019>;
- Lenoir, A., Baird, G. & Garde, F., 2012,) Post-occupancy evaluation and experimental feedback of a net zero-energy building in a tropical climate, *Architectural Science Review*, 55:3, 156-168, DOI: 10.1080/00038628.2012.702449;
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J. & Bertoli, S., 2016, Moringa oleifera Seeds and Oil: Characteristics and Uses for Human Health, *Int. J. Mol. Sci.*, 17, 2141; doi:10.3390/ijms17122141;
- Li, K., Zhang, Y. & Zhao, L., 2016, Outdoor thermal comfort and activities in the urban residential community in a humid subtropical area of China, *Energy and Buildings*, Volume 133, Pages 498-511, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.10.013>;
- Libovich, A., 2005, Assessing Green Buildings for Sustainable Cities, The 2005 World Sustainable Building Conference, Tokyo, 27-29, (SB05Tokyo), disponível em: <http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB3797.pdf>, acesso em 26-09-2017;
- Lijó, L., Malamis, S., González-García, S., Fatone, F., Moreira, M.T. & Katsou, E., 2017, Technical and environmental evaluation of an integrated scheme for the co-treatment of wastewater and domestic organic waste in small communities, *Water Research*, 109, 173e185, <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2016.10.057>;
- Lim, S.L., Lee, L.H. & Wu, T.Y., 2016, Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis, *Journal of Cleaner Production*, 111, 262e278, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.083>;
- Lisicki, M., Lubitz, W. & Taylor, G.W., 2016, Optimal design and operation of Archimedes screw turbines using Bayesian optimization, *Applied Energy*, 183, 1404–1417, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.09.084>;

- Liuzzi, S., Hall, M.R., Stefanizzi, P. & Casey, S.P., 2013, Hygrothermal behaviour and relative humidity buffering of unfired and hydrated lime-stabilised clay composites in a mediterranean climate, *Build. Environ.*, 61, pp. 82-92, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.12.006>;
- Lomas, KJ., Fiala, D., Cook, M.J. & Cropper, P.C., 2004, Building bioclimatic charts for non-domestic buildings and passive draught evaporative cooling, *Building and Environment*, Volume 39, Issue 6, June 2004, Pages 661-676, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2003.12.011>;
- Loo, S.-L., Fane, A.G., Krantz, W.B. & Lim, T.-T., 2012, Emergency water supply: A review of potential technologies and selection criteria, *Water Research*, 46, 3125 e3151, doi:10.1016/j.watres.2012.03.030;
- Lozano, R., 2008, Envisioning Sustainability Tree-Dimensionally, *Journal of Cleaner Production*, Volume 16, Issue 17, 1838-1846, doi:10.1016/j.jclepro.2008.02.008;
- Lugt, P., Dobbelsteen, A.A.J.F. & Janssen, J.J.A., 2006, An environmental, economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures, *Construction and Building Materials*, Volume 20, Issue 9, November 2006, Pages 648-656, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.02.023>;
- Lützkendorf, T. & Lorenz, D.P., 2006, Using an integrated performance approach in building assessment tools, *Building Research & Information*, 34:4, 334-356, <http://dx.doi.org/10.1080/09613210600672914>;
- Lützkendorf, T., 2017, Assessing the environmental performance of buildings: trends, lessons and tensions, *Building Research & Information*, <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2017.1356126>;
- Macedo, J., Rodrigues, F. & Tavares, F., 2017, Urban Sustainability Mobility Assessment: Indicadors Proposal, *Energy Procedia*, 134, 731-740, 10.1016/j.egypro.2017.09.569;
- Machado, B.C., 2006, Avaliação da Qualidade dos Efluentes das Lagoas de Estabilização em Série da Estação de Tratamento de Esgoto de Samambaia – DF para o Cultivo de Tilápia (*Oreochromis niloticus*). Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF;
- Macias, M., Gaona, J.A., Luxan, J.M. & Gomez, G., 2009, Low cost passive cooling system for social housing in dry hot climate, *Energy and Buildings*, 41, 9, 915-921, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.03.013>;

- Madlener, R. & Sunak, Y., 2011, Impacts of urbanization on urban structures and energy demand: What can we learn for urban energy planning and urbanization management, *Sustainable Cities and Society*, 1, 45–53, doi:10.1016/j.scs.2010.08.006;
- Maerefat, M. & Haghghi, A.P., 2010, Passive cooling of buildings by using integrated earth to air heat exchanger and solar chimney, *Renewable Energy*, Volume 35, Issue 10, Pages 2316-2324, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.03.003>;
- Magalhães, R. J. S., Langa, A.J., Pedro, J.M., Sousa-Figueiredo, J.C., Clements, A.C.A. & Nery, S.V., 2013, Role of malnutrition and parasite infections in the spatial variation in children's anaemia risk in northern Angola, *Geospatial Health* 7(2), pp. 341-354;
- Magigi W. & Drescher, A.W., 2010, The dynamics of land use change and tenure systems in Sub-Saharan Africa cities; learning from Himo community protest, conflict and interest in urban planning practice in Tanzania, *Habitat International*, Volume 34, Issue 2, Pages 154-164, <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2009.08.004>;
- Mancini, G., Roccaro, P., Federico & Vagliasindi, G.A., 2005, Water intended for human consumption- Part II: Treatment alternatives, monitoring issues and resulting costs, *Desalination*, 176, 143-153, doi: 10.1016/j.desal.2004.11.007;
- Mandelli, S., Barbieri, J., Mattarolo, L. & Colombo, E., 2014, Sustainable energy in Africa: A comprehensive data and policies review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 656–686, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.069>;
- Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F.G., Sabio-Ortega, A. & García-Cruz, A., 2015, Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 736–755, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.095>;
- Marić, I., Pucar, M. & Kovačević, B., 2016, Reducing the impact of climate change by applying information technologies and measures for improving energy efficiency in urban planning, *Energy and Buildings*, Volume 115, Pages 102-111, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.04.044>;
- Marjaba, G.E. & Chidiac, S.E., 2016, Sustainability and resiliency metrics for buildings: a critical review, *Building and Environment*, 101, 116-125, <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.03.002>;
- Marshall, R.E. & Farahbakhsh, K., 2013, Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries, *Waste Management*, 33, 988–1003, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.12.023>;

- Martin, J.F., Roy, E., Diemont, S.A.W. & Ferguson, B.G., 2010, Traditional Ecological Knowledge (TEK): Ideas, inspiration, and designs for ecological engineering *Ecological Engineering* n.º 36, p.839–849;
- Martín, S., Mazarrón, F.R. & Cañas, I., 2010, Study of thermal environment inside rural houses of Navapalos (Spain): The advantages of reuse buildings of high thermal inertia, *Construction and Building Materials*, 24, 666–676, doi:10.1016/j.conbuildmat.2009.11.002;
- Martins, I.M.N., 2000, Luanda a cidade e a arquitectura, Dissertação de Doutoramento em Arquitectura, Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto, Porto;
- Masera, O.R., Díaz, R. & Berrueta, V., 2005, From cookstoves to cooking systems: the integrated program on sustainable household energy use in Mexico, *Energy for Sustainable Development*, Volume IX, No. 1, DOI: 10.1016/S0973-0826(08)60480-9;
- Massago, H., 2007, Desempenho de alevinos de quatro linhagens da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e análise da variabilidade genética pelos marcadores RAPD, Dissertação (mestrado), Universidade Estadual Paulista;
- Massoud, M.A., Tarhini, A. & Nasr, J.A., 2009, Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries, *Journal of Environmental Management*, 90, 652–659, doi:10.1016/j.jenvman.2008.07.001;
- Mateus, R. & Bragança, L., 2010, Sustainability Assessment of an Affordable Residential Building Using the SBToolPT Approach, Em Portugal SB10: Sustainable Building Affordable to All: Low Cost Sustainable Solutions, iiSBE, Portugal;
- Mateus, R. & Bragança, L., 2011, Sustainability assessment and rating of buildings: developing the methodology SBToolPT-H, *Building and Environment*, 46, 1962–1971;
- Mawire, A., McPherson, M. & van den Heetkamp, R.R.J., 2008, Simulated energy and exergy analyses of the charging of an oil-pebblebed thermal energy storage system for a solar cooker, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 92, 1668–1676, doi:10.1016/j.solmat.2008.07.01;
- McClintock, N., Wooten, H., & Brown, A.H., 2012, Toward a food policy “first step” in Oakland, California: A food policy council’s efforts to promote urban agriculture zoning. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 2(4), 15–42. <http://dx.doi.org/10.5304/jafscd.2012.024.009>;
- McGregor, F., Heath, A., Fodde, E. & Shea, A., 2014, Conditions affecting the moisture buffering measurement performed on Compressed Earth Blocks, *Build. Environ.*, 75, pp. 11–18, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.01.009>;

- McGuigan, K.G., Conroy, R.M., Mosler, H.-J., du Preez, M., Ubomba-Jaswa, E. & Fernandez-Ibañez, P., 2012, Solar water disinfection (SODIS): A review from bench-top to roof-top, *Journal of Hazardous Materials*, 235–236, 29–46, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.07.053>;
- McLaina, R. J., Hurleyb, P. T., Emeryc, M. R., & Poe, M. R., 2014, Gathering “wild” food in the city: rethinking the role of foraging in urban ecosystem planning and management, *Local Environment*, Vol. 19, No. 2, 220–240, <http://dx.doi.org/10.1080/13549839.2013.841659>;
- McLoughlin, O., Kehoe, S., McGuigan, K., Duffy, E., Touati, F, Gernjak, W., Oller-Alberola, I., Malato-Rodríguez, S.& Gill, L.W., 2004, Solar disinfection of contaminated water: a comparison of three small-scale reactors *Solar Energy*, vol: 77 (5) pp: 657-664, doi:10.1016/j.solener.2004.07.004;
- Medina, P., Berrueta, V., Martínez, M., Ruiz, V., Edwards, R.D. & Masera, O., 2017, Comparative performance of five Mexican plancha-type cookstoves using water boiling tests, *Development Engineering*, 2, 20–28, <http://dx.doi.org/10.1016/j.deveng.2016.06.001>;
- Mehetre, S.A., Panwar, N.L., Sharma, D. & Kumar, H., 2017, Improved biomass cookstoves for sustainable development: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 672–687, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.150>;
- Mehta, R. & Bridwell, L., 2005, Innovative construction technology for affordable mass housing in Tanzania, East Africa, *Construction Management and Economics*, 23:1, 69-79, DOI: 10.1080/0144619042000287769;
- Mendes, I. S. & Rezende, M. O. O., 2014, Assessment of the allelopathic effect of leaf and seed extracts of *Canavalia ensiformis* as postemergent bioherbicides: A green alternative for sustainable agriculture, *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 49, 374–380, DOI: 10.1080/03601234.2014.882179;
- Mendes, J.F., Joyce, A., Giestas, M., Horta, P. & Brites, M. J., 2010, Armazenamento de Energia Solar Térmica, LNEG, disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.9/1153>, acesso em: 17-03-2017;
- Mendes, W., Balmer, K. Kaethler T. & Rhoads, A., 2008, Using Land Inventories to Plan for Urban Agriculture: Experiences From Portland and Vancouver, *Journal of the American Planning Association*, 74:4, 435-449, DOI: 10.1080/01944360802354923;
- Méndez-Lázaro, P.A., Pérez-Cardona, C.M., Rodríguez, E., Martínez, O., Taboas, M., Bocanegra, A. & Méndez-Tejeda, R., 2016, Climate change, heat, and mortality in the

- tropical urban area of San Juan, Puerto Rico, *International Journal of Biometeorology*, DOI 10.1007/s00484-016-1291-z;
- Meneses, M., Pasqualino, J.C. & Castells, F., 2010, Environmental assessment of urban wastewater reuse: Treatment alternatives and applications, *Chemosphere*, 81, 266–272, doi:10.1016/j.chemosphere.2010.05.053;
- Mesjasz-Lech, A., 2014, Municipal waste management in context of sustainable urban development, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 151, 244 – 256, doi: 10.1016/j.sbspro.2014.10.023;
- Metcalf, S.S. & Widener, M.J., 2011, Growing Buffalo's capacity for local food: A systems framework for sustainable agriculture, *Applied Geography*, doi:10.1016/j.apgeog.2011.01.008;
- Meynard, J.-M., Doré, T. & Lucas, P., 2003, Agronomic approach: cropping systems and plant diseases, *C. R. Biologies* 326, 37–46;
- Miccoli, L., Müller, U. & Fontana, P., 2014, Mechanical behaviour of earthen materials: A comparison between earth block masonry, rammed earth and cob, *Construction and Building Materials*, 61, 327–339, <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.03.009>;
- Mihelcic, J.R., Paterson, K.G., Phillips, L.D., Zang, Q., Watkins, D.W., Barkdoll, B.D., Fuchs, V.J., Fry, L.M. & Hohanson, David R., 2008, Educating engineers in the sustainable futures models with a global perspective, *Civil Engineering and Environmental Systems* Vol.25, n.º 4 Dezembro, p. 255-263;
- Milburn, L.-A.S. & Vail, B.A., 2010, Sowing the Seeds of Success Cultivating a Future for Community Gardens, *Landscape Journal* 29:1-10, ISSN: 0277-2426;
- Miller, G.W., 2006, Integrated concepts in water reuse: managing global water needs, *Desalination*, 187, 65–75, doi:10.1016/j.desal.2005.04.068;
- Minke, G., 2006, *Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture*, Birkhäuser – Publishers for Architecture, Basel, Berlin;
- Minke, G., 2012, *Building with Bamboo*, Walter De Gruyter Incorporated, ISBN 3034607482, 9783034607483;
- Miron, L.I.G., 2008, Gerenciamento dos Requisitos dos Clientes de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social: Proposta para o Programa Integrado Entrada da Cidade em Porto Alegre, RS, Tese de doutorado em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre;

Mishra, S., Singal, S.K. & Khatod, D.K., 2012, A review on electromechanical equipment applicable to small hydropower plants, *Int. J. Energy Res.*, 36:553–57, DOI: 10.1002/er.1955;

Modi, V., S. McDade, D. Lallement, & Saghir, J., 2006. Energy and the Millennium Development Goals. New York: Energy Sector Management Assistance Programme, United Nations Development Programme, UN Millennium Project, and World Bank;

Mohammed, Y.S., Mustafa, M.W. & Bashir, N., 2013b, Status of renewable energy consumption and development challenges in Sub- Sahara Africa, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 453–463, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.044>;

Mohammed, Y.S., Mustafa, M.W., Bashir, N. & Mokhtar, A.S., 2013a, Renewable energy resources for distributed power generation in Nigeria: A review of the potential, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 257–268, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.01.020>;

Mononen, K. & Pitkänen, S., 2016, Sustainable Fuelwood Management in West Africa, Published by the University of Eastern Finland, ISBN: 978-952-61-2286-1;

Moosavi, L., Mahyuddin, N. & Ghafar, N., 2015, Atrium cooling performance in a low energy office building in the Tropics, a field study, *Building and Environment*, 94, 384 – 394, <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.06.020>;

Morel, J.C., Mesbah, A., Oggero, M. & Walker, P., 2001, Building houses with local materials: means to drastically reduce the environmental impact of construction, *Building and Environment*, 36, 1119–1126;

Mori, K. & Christodoulou, A., 2012, Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI), *Environmental Impact Assessment Review*, 32, 94–106, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2011.06.001>;

Morony, J.J., 2007, Adobe as Phase-Change Material (PCM); Concerning a Proper Classification For Earthen Building Material, *Proceedings, Fourth International Adobe Conference, The Adobe Association of the Southwest AdobeUSA*, disponível em: <http://www.udcinc.org/Adobe%20as%20a%20Phase%20change%20Material.PDF>; acesso em 18-07-2017;

Mougeot, L.J.A., 2000a, Urban agriculture: definition, presence, potentials and risks, em; BAKKER et al. (Eds.). *Growing cities, growing food, urban agriculture on the policy agenda*, Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung (DSE), Feldafing, Germany;

Mougeot, L.J.A., 2000b, *Urban Agriculture: Definition, Presence, Potentials and Risks and Policy Challenges*, International Development Research Centre (IDRC), disponível

em:

<https://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/26429/12/117785.pdf> acesso em 10-01-2017;

Muga, H.E. & Mihelcic, J.R., 2008, Sustainability of wastewater treatment technologies, *Journal of Environmental Management*, 88, 437–447, doi:10.1016/j.jenvman.2007.03.008;

Müller, G., & Senior, J., 2009, Simplified theory of Archimedean screws. *Journal of Hydraulic Research*, 47(5), 666-669, <http://dx.doi.org/10.3826/jhr.2009.3475>;

Musakwa, W., 2008, Local Economic Development as a Poverty Alleviation Tool: A Case Study on the Urban Renewal Program in Kwamashu Durban, A dissertation submitted in fulfillment of the Master of Science in Urban and Regional Planning; School of Architecture, Town Planning and Housing, University of Kwa-Zulu Natal;

Muthusivagami, R.M., Velraj, R. & Sethumadhavan, R. 2010, Solar cookers with and without thermal storage—A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 691–701, doi:10.1016/j.rser.2008.08.018;

Myers, D., 2005, A Review of Construction Companies Attitudes of Sustainability, *Construction Management and Economics*, Vol. 23, n.º 8 (781-785);

Naik, M.I., Fomda, B.A., Jaykumar, E. & Bhat, J.A., 2010, Antibacterial activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) oil against some selected pathogenic bacterias, *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, Volume 3, Issue 7, August 2010, Pages 535-538, [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(10\)60129-0](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(10)60129-0)

Nam, I-H, Roh, S-B., Park, M-J, Chon, C-M, Kim, J-G, Jeong, S-W, Song H. & Yoon, M-H, 2016, Immobilization of heavy metal contaminated mine wastes using *Canavalia ensiformis* extract, *CATENA*, Volume 136, January 2016, Pages 53–58;

Napawan, N.C., 2016, Complexity in urban agriculture: the role of landscape typologies in promoting urban agriculture's growth, *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 9:1, 19-38, DOI: 10.1080/17549175.2014.950317;

Napawan, N.C. & Burke, E., 2016, Productive potential: evaluating residential urban agriculture, *Landscape Research*, 41:7, 773-779, DOI: 10.1080/01426397.2016.1151487;

Narumi, D., Shigematsu, K. & Shimoda, Y., 2009, Effect of the Evaporative Cooling Techniques by Spraying Mist Water on Reducing Urban Heat Flux and Saving Energy in Apartment House, Osaka University, Suita City, Osaka, disponível em, <http://heatiland2009.lbl.gov/docs/221000-narumi-doc.pdf>, acesso em 16-08-2017;

- NDiaye, L., Niang, H., Pfeifer, H.-R., Peduzzi, R., Tonalla, M., & Dieng, Y., 2011, Effect of Irrigation Water and Processing on the Microbial Quality of Lettuces Produced and Sold on Markets in Dakar, Senegal, *Irrigation and Drainage*. 60: 509–517;
- Nerio, L.S., Olivero-Verbel, J. & Stashenko, E., 2010, Repellent activity of essential oils: A review, *Bioresource Technology*, 101, 372–378;
- Neto, A.S., 2003, Regulamentação de Desempenho Térmico e Energético de Habitações, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo;
- Neves, R.N.F., 2010, Desenvolvimento de Modelos de Previsão de Produção de Centrais Solares Fotovoltaicas, Dissertação Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores Major Energia, FEUP,
- Ngowi, A.B., 1997, Improving the traditional earth construction: a case study of Botswana, *Construction and Building Materials*, Vol 11, nº 1 p.1-7;
- Nicol, J.F. & Humphreys, M.A., 2002, Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings, *Energy and Buildings* Volume 34, Issue 6, July 2002, Pages 563-572, [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00006-3](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00006-3);
- Nicoletti, M., 1998, Architectural Expression and Low Energy Design, *Renewable Energy*, 15, 32-41;
- Nitiéma-Yefanova, S., Coniglio, L., Schneider, R. Nébié, R.H.C.& Bonzi-Coulibaly Y.L., 2016, Ethyl biodiesel production from non-edible oils of *Balanites aegyptiaca*, *Azadirachta indica*, and *Jatropha curcas* seeds – Laboratory scale development, *Renewable Energy*, Volume 96, Part A, October 2016, Pages 881–890, <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.04.100>;
- Nkhonjera, L., Bello-Ochende, T., John, G. & King'onde, C.K., 2017, A review of thermal energy storage designs, heat storage materials and cooking performance of solar cookers with heat storage, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* xx (xxxx) xxxx–xxxx, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.059>;
- Nogueira, S.C., 2008, O sistema agroindustrial de tilápias na Região Noroeste do Estado de São Paulo: características das transações e formas de coordenação, Tese (doutorado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Humanas e Sociais;
- Nouman, W., Basra, S. M. A., Siddiqui, M.T., Yasmeen, A., Gull, T. & Alcayde, M. A. C., 2014, Potential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder crop: a review, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry Turk J Agric For*, 38: 1-14;
- Novais-Ferreira, H. & Sampayo, M.S.T., 1971, Habitação e Política Fundiária, Memória n. 171, Laboratório de Engenharia de Angola, Luanda;

- Novais-Ferreira, H. & Sampayo, M.S.T.,1972, Alguns princípios a Considerar para a Resolução do Problema da Habitação, Memória n. 172, Laboratório de Engenharia de Angola, Luanda;
- Novais-Ferreira, H., 1965, O conceito de ambiência climática aplicável aos estudos de edifícios para habitação, Fomento-Técnica e Economia Ultramarina, Volume n.º3, 145-222;
- Novais-Ferreira, H., Carvalho, F.L. Simões de, Costa, V.V. & Furtado, J.M., 1962, Estudo Preliminar da Habitação em Luanda, Laboratório de Engenharia de Angola, Luanda;
- Nugent, R., 2000, The Impact of Urban Agriculture on the Household and Local Economies, in N. Bakker, M. Dubbeling, S. Guendel, U. Sabel Koschella, H. de Zeeuw (eds.) Growing Cities, Growing Food, Urban Agriculture on the Policy Agenda, DSE, disponível em: <http://www.ruaf.org/publications/growing-cities-growing-food-urban-agriculture-policy-agenda> acesso em 10-01-2017;
- NZ 4297, 1998, Engineering Design of Earth Buildings, Earth Building Association of New Zealand, Nova Zelândia;
- NZ 4298, 1998, Materials and Workmanship For Earth Buildings, Earth Building Association of New Zealand, Nova Zelândia;
- NZ 4299, 1998, Earth Buildings Not Requiring Specific Design, Earth Building Association of New Zealand, Nova Zelândia;
- Obeng-Odoom Franklin, ,2009, Has the Habitat for Humanity Housing Scheme achieved its goals? A Ghanaian case study - House and the Built Environ 24:67–84;
- Ofori, G., 1994, Construction industry development: role of technology transfer Construction Management and Economics, n.º 12,p. 379-392;
- Ofori, G., 1998, Sustainable construction: principles and a framework for attainment - comment, Construction Management and Economics, 16:2, 141-145, <http://dx.doi.org/10.1080/014461998372448>;
- Ofori, G., 2007, Construction in Developing Countries, Construction Management and Economics, 25:1, 1-6, <http://dx.doi.org/10.1080/01446190601114134>;
- Ogu, V.I. & Ogbuozobe, J.E., 2001, Housing policy in Nigeria: towards enablement of private housing development, Habitat International, Vol. 25, n.º 4, p 473-492;
- Ogunsanya, L.B., 2009, A Comparative Study of Social Housing Developments: Greenfield Developments and Converted/Refurbished Buildings, Dissertation of master, in the School of Architecture, University of Kwazulu Natal, Zud Africa;

- Okomoda V.T., Tihamiyu, L.O.& Uma, S.G., 2016, Effects of hydrothermal processing on nutritional value of *Canavalia ensiformis* and its utilization by *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings, *Aquaculture Reports*, Volume 3, Pages 214–219;
- Okoro, O. I. & Madueme, T. C., 2006, Solar energy: a necessary investment in a developing economy, *International Journal of Sustainable Energy*, 25:01, 23-31, DOI:10.1080/14786450600593147;
- Okot, D.K., 2013, Review of small hydropower technology, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 515–520, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.006>;
- Olgay, V., 2002, *Manual de Diseño Bioclimatico para Arquitectos e Urbanistas*, Editora Gustavo Gili, Barcelona, 2.^a Edição;
- Oliveira, I. & Matos, J., 2016, *Projecto de uma Construção de Habitação Social Sustentável*, Monografia de Licenciatura em Engenharia Civil na Universidade Metodista de Angola, Luanda;
- Olivier, P. editor, 1997, *Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*, Cambridge University Press, Cambridge, ISBN 0521564220;
- Olotuah, A.O., 2002, Recourse to earth for low-cost housing in Nigeria, *Building and Environment* 37 (2002) 123–129;
- Olson, M.E., Sankaran R.P., Fahey, J.W., Grusak, M.A., Odee D.& Nouman, W, 2016, Leaf Protein and Mineral Concentrations across the “Miracle Tree” Genus *Moringa*. *PLoS ONE* 11(7): e0159782. doi:10.1371/journal.pone.0159782;
- O’Luanaigh, N., Johnston, P., Misstear, B., Patel, T. & Gill, L.,2009, A comparative study on the treatment performance of a conventional septic tank system and reed bed-soil absorption system receiving domestic effluent, *Desalination and Water Treatment*, 4:1-3, 45-53, DOI: 10.5004/dwt.2009.354;
- Omer, A.M. 2008, Energy, environment and sustainable development, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12, 2265–2300, doi:10.1016/j.rser.2007.05.001;
- Onwosi, C.O., Igbokwe, V.C., Odimba, J.N., Eke, I.E., Nwankwoala, M.O., N. Iroh, I.N.& Ezeogu, L.I, 2017, Composting technology in waste stabilization: On the methods, challenges and future prospects, *Journal of Environmental Management*, 190, 140e157, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.051>;
- Orsini, F., Kahane, R., Nono-Womdim, R.& Gianquinto, G., 2013. Urban agriculture in the developing world: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 33, 695–720;

- Ortiz, O., Castells, F. & Sonnemann, G., 2009, Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA, *Construction and Building Materials*, 23, 28–39, doi:10.1016/j.conbuildmat.2007.11.012;
- Ortiz-Rodríguez, O., Castells, F. & Sonnemann, G., 2010, Life cycle assessment of two dwellings: One in Spain, a developed country, and one in Colombia, a country under development, *Science of The Total Environment*, Volume 408, Issue 12, 15 May 2010, Pages 2435-2443, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.02.021>;
- Otte, P., 2011, Limits and Possibilities of Institutional Solar Cooking in Mozambique, em: *Proceedings of the ISES Solar World Congress 2011*, Edited by Prof. Dr. Klaus Vajen Solar World Congress 2011, Chair of Scientific Committee and Congress Chair, Institute of Thermal Engineering, Kassel University, Germany;
- Owen, S., 1996, Sustainability and Rural Settlement Planning, *Planning Practice and Research*, Vol. 11, No. 1, 37± 47;
- Owens, B., Macken, C., Rohloff, A. & Rosenberg, H., 2013. LEED V4 Impact Category and Point Allocation Development Process. disponível em: https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20Impact%20Category%20and%20Point%20Allocation%20Process_Overview_0.pdf , acesso em, 10-08-2017;
- Ozgener, L., 2011, A review on the experimental and analytical analysis of earth to air heat exchanger (EAHE) systems in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 15, Issue 9, Pages 4483-4490, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.103>;
- Padmaja, K., Cherukuri, J. & Redd, M.A., 2014, Conventional to Cutting Edge Technologies in Drinking Water Purification - A Review, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 3, Issue 2, February 2014, ISSN: 2319-8753;
- Paish, O., 2002, Small hydro power: technology and current status, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6, 537–556;
- Palmer, J.D., 2002, *Evaporative Cooling Design Guidelines Manual for New Mexico Schools and Commercial Buildings*, NRG Engineering, 2626 Central Ave. SW Albuquerque, New Mexico 87104, disponível em: <http://www.emnrd.state.nm.us/ECMD/Multimedia/documents/EvapCoolingDesignManual.pdf>, acesso em, 16-08-2017;
- Panwar, N.L., Kaushik, S.C. & Kotharia, S., 2011, Role of renewable energy sources in environmental protection: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 1513–1524, doi:10.1016/j.rser.2010.11.037;

Parra-Saldivar, M.L. & Batty, W., 2006, Thermal behaviour of adobe constructions, *Building and Environment*, 41, 1892–1904, doi:10.1016/j.buildenv.2005.07.02;

Pasquini, M.W. & Young, E. M., 2009, Preface, em: African indigenous vegetables in urban agriculture, edited by C.M. Shackleton, M. Pasquini and A.W. Drescher. — 1st ed, Earthscan, London, UK;

Paterson, C., Mara, D. & Curtis, T., 2007, Pro-poor sanitation technologies, *Geoforum*, 38, 901–907, doi:10.1016/j.geoforum.2006.08.006;

Pawar, U. C., Shankargoud, S. J. & Honguntiker, P., 2015, Solar Energy for Cooking Food in Urban Buildings, *International Journal of Engineering Technology, Management and Applied Sciences*, Volume 3 Special Issue, ISSN 2349-4476;

Pearlmutter, D., Erell, E. & Etzion, Y., 2008, A multi-stage down-draft evaporative cool tower for semi-enclosed spaces: Experiments with a water spraying system, *Solar Energy*, Volume 82, Issue 5, May 2008, Pages 430-440, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2007.12.003>;

Pearson, L. J., Pearson, L. & Pearson C. J., 2010, Sustainable urban agriculture: stocktake and opportunities, *International Journal of Agricultural Sustainability*, 8 (1&2), DOI: 10.3763/ijas.2009.0468;

Peel, M. C., Finlayson, B. L. & McMahon, T. A., 2007, Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 1633–1644;

Pepetela, 1990, Luandando, Elf - Equitaine Angola, Porto;

Pereira, F.C., Rissardi, J.L, Góes, J. L.N., Schwanz, M.C. & Pinheiro, M.D., 2013, *LiderA: Um Exemplo Português de Sistema de Avaliação de Construções Sustentáveis*, II Simpósio de Estudos Urbanos: A Dinâmicas das Cidades e a Produção do Espaço, Paraná;

Pereira, I. C. & Guedes, M. C., 2010, Sustainable Construction and Architecture in Guinea-Bissau, Em Portugal SB10: Sustainable Building Affordable to All: Low Cost Sustainable Solutions, iiSBE, Portugal;

Perini, K. & Magliocco, A., 2014, Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort, *Urban Forestry & Urban Greening*, 13, 495–506, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2014.03.003>;

Pfeifer & Pohl, 1984, “Considerações sobre o Enquadramento Geral da Política de Habitação Social”, em *Jornadas Técnicas de Habitação Social*, M.E.S., Edição do LNEC, Lisboa;

- Phago, K.G., 2010, Public Housing Policy: Lessons for South Africa and Other Developing Countries, *Int. Journal for Housing Science*, Vol.34, No.3 pp. 191-206;
- Phitsuwan, P., Sakka, K. & Ratanakhanokchai, K., 2013, Improvement of lignocellulosic biomass in planta: A review of feedstocks, biomass recalcitrance, and strategic manipulation of ideal plants designed for ethanol production and processability, *Biomass and Bioenergy* 58, 390 e 405, <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.08.027>;
- Pimentel, G.M., Faisca, R., & Motta, A.S., 2015, Comparação entre a certificação LEED-NC e o Selo Azul da Caixa, XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, ISSN 1984-9354, disponível em: http://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_448_1.pdf, acesso em: 13-09-2017;
- Pinheiro, M.D., 2006, *Ambiente e Construção Sustentável*, Instituto do Ambiente, Amadora, ISBN: 972-8577-32-X;
- Pinheiro, M.D., 2010, Can LiderA system promote affordable sustainable built environment to all? Em Portugal SB10: Sustainable Building Affordable to All: Low Cost Sustainable Solutions, iiSBE, Portugal;
- Pinheiro, M. D, 2011, *LiderA: Sistema Voluntário Para A Sustentabilidade Dos Ambientes Construídos. Versão 2.00c. . 48p*;
- Pinto, J.N.S., 2008, *A construção da política de segurança alimentar e nutricional em Angola*, Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro;
- Pinto, R.S.B.F.F., 2007, *Hortas Urbanas: Espaços para o Desenvolvimento Sustentável de Braga*, Mestrado em Engenharia Municipal (Ramo de Especialização em Planeamento Urbanístico), Universidade do Minho;
- Plieninger, T., Bens, O. & Hüttl, R.F., 2007, Innovations in land-use as response to rural change – a case report from Brandenburg, Germany, in: *Multifunctional Land Use Meeting Future Demands for Landscape Goods and Services*, coordenadores; Mander, Ü., Wiggering, H., & Helming, K., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, ISBN 978-3-540-36782-8;
- PNUD, 2005, *ANGOLA- Objectivos do Desenvolvimento do Milénio*, disponível em: <http://mirror.undp.org/angola/MDGs-Angola.htm>, acesso em 01-02-2011;
- PNUD, 2015, *Síntese - Relatório do Desenvolvimento Humano 2015*, disponível em: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr15_overview_pt.pdf, acesso em 11-10-2017;

Port, C.M. & Moos, M., 2014, Growing Food in the Suburbs: Estimating the Land Potential for Sub-urban Agriculture in Waterloo, Ontario, *Planning Practice & Research*, 29:2, 152-170, DOI: 10.1080/02697459.2014.896157;

Portalatin, M., Shouse, T. & Roskoski, M., 2015, Green Building Rating Systems- How to Guides, IFMA, disponível em: http://community.ifma.org/knowledge_library/m/fre_fm_content/1057405;

Porto, M.A.F.; Ambrósio, M.M.Q.; Freitas, F.C.L.; Nascimento, S.R.C.; Cruz, B.L.S.; Guimarães, L.M.S. 2016, Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) no controle da podridão radicular do meloeiro causada por associação de patógenos. *Summa Phytopathologica*, v.42, n.4, p.327-332, 2016;

Pothukuchi, K. & Kaufman, J.L., 1999, Placing the food system on the urban agenda: The role of municipal institutions in food systems planning, *Agriculture and Human Values* 16: 213–224;

Poveda, C.A. & Lipsett, M.G., 2011, A Review of Sustainability Assessment and Sustainability/Environmental Rating Systems and Credit Weighting Tools, *Journal of Sustainable Development*, Vol. 4, No. 6, <http://dx.doi.org/10.5539/jsd.v4n6p36>;

Praseeda, K.I., Reddy, B.V. V. & Mani, M., 2016, Embodied and operational energy of urban residential buildings in India, *Energy and Buildings*, 110, 211–219, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.09.072>;

Pribadi, D.O. & Pauleit, S., 2015, The dynamics of peri-urban agriculture during rapid urbanization of Jabodetabek Metropolitan Area, *Land Use Policy*, 48, 13–24;

Rafique, M.M., Gandhidasan, P., Rehman, S. & Al-Hadhram, L. M., 2015, A review on desiccant based evaporative cooling systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 145–159, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.051>;

Rakodi, C., 2001, Forget planning, put politics first? Priorities for urban management in developing countries, *JAG*, Volume 3, issue 3;

Ramakrishnan, U. & Huffman, S.L., 2008, Multiple Micronutrient Malnutrition. What Can Be Done? em: *Nutrition and Health in Developing Countries*, Second Edition, edited by Richard D. Semba and Martin W. Bloem, 2008, e-ISBN: 978-1-59745-464-3;

Ramesh, T., Prakash, R. & Shukla, K.K., 2010, Life cycle energy analysis of buildings: An overview, *Energy and Buildings*, Volume 42, Issue 10, Pages 1592-1600, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.05.007>;

Ravva, S.V. & Korn, A., 2015, Effect of Neem (*Azadirachta indica*) on the Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in Dairy Manure, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 12, 7794-7803; doi:10.3390/ijerph120707794;

- Reddy, B.V.V. & Jagadish, K.S., 2003, Embodied Energy of Common and Alternative Building Materials and Technologies. *Energy and Buildings*, 35, 129-137. [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-7788\(01\)00141-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-7788(01)00141-4);
- Redinha, J., 1964, *A Habitação Tradicional em Angola: Aspectos da sua evolução*, Edição do Centro de Informação e Turismo de Angola, Luanda;
- Reed, R., Bilos, A., Wilkinson, S. & Schulte, K.W., 2009, International comparison of sustainable rating tools, *Journal of sustainable real estate*, vol. 1, no. 1, pp. 1- 22, <http://hdl.handle.net/10536/DRO/DU:30024950>;
- Retzlaff, R.C., 2008, Green Building Assessment Systems: A Framework and Comparison for Planners - *Journal of the American Planning Association*, Vol. 74, No. 4, Autumn, <http://dx.doi.org/10.1080/01944360802380290>;
- Revuelta-Acosta, J.D, Garcia-Diaz, A., Soto-Zarazua, G.M. & Rico-Garcia, E., 2010, Adobe as a Sustainable Material: A Thermal Performance, *Journal of Applied Sciences*, 10: 2211-2216, <http://scialert.net/abstract/?doi=jas.2010.2211.2216>;
- Ribeiro, A.T.A., 2010, *Aplicação da Moringa Oleifera no Tratamento de Água para Consumo Humano - Remoção de poluentes por coagulação-floculação*, Dissertação de Mestrada em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto;
- Richter, N., Siddhuraju, P. & Becker, K., 2003, Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.), *Aquaculture*, 217, 599– 611;
- Ristimäki, M., Säynäjoki, A., Heinonen, J. & Junnila, S., 2013, Combining life cycle costing and life cycle assessment for an analysis of a new residential district energy system design, *Energy*, Volume 63, Pages 168-179, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.10.030>;
- Ribas, D.A.G., 2015, *Metodologia de Avaliação da Sustentabilidade Económica de Edifícios com Base no Ciclo de Vida*, Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro.
- Roberts, J. Owen & Mosey, G., 2013, *Feasibility Study of Economics and Performance of Wind Turbine Generators at the Newport Indiana Chemical Depot Site*, Technical Report NREL/TP-5000-58900. disponível em: <http://www.nrel.gov/docs/fy14osti/58900.pdf>, acesso em 09-05-2017;
- Rodríguez, M.G., Gómez, L., Hernández-Ochandía, D., Enrique, R., Miranda, I., Pino O., Castro-Lizazo, Rosales, L.C., & Díaz-Viruliche, L., 2012, Efecto de la

biodesinfección con residuos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre población de *Meloidogyne* spp. en suelo, *Rev. Protección Veg.* Vol. 27 No. 3: 197-201;

Rodríguez-Ubinas, E., Montero, C., Porteros, M., Navarro, I., Castillo-Cagigal, M., Matallanas, E. & Gutiérrez, A., 2014, Passive design strategies and performance of Net Energy Plus Houses, *Energy and Buildings*, Volume 83, Pages 10-22, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.03.074>;

Roslan, Q., Ibrahim, S.H., Affandi, R., Nawi, M.N.M, & Baharun, A., 2016, A literature review on the improvement strategies of passive design for the roofing system of the modern house in a hot and humid climate region, *Frontiers of Architectural Research*, Volume 5, Issue 1, Pages 126-133, <https://doi.org/10.1016/j.foar.2015.10.002>;

Ross, N., Bowen, P.A. & Lincoln, D., 2010, Sustainable housing for low-income communities: lessons for South Africa in local and other developing world cases, *Construction Management and Economics*, 28:5, 433-449, <http://dx.doi.org/10.1080/01446190903450079>;

Roufehaei, K.M., Bakar, A.H.A. & Tabassi, A.A., 2014, Energy-efficient design for sustainable housing development, *Journal of Cleaner Production*, 65, 380e388, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.015>;

Roux, C., Schalbart, P., Assoumou, E. & Peuportier, B., 2016, Integrating climate change and energy mix scenarios in LCA of buildings and districts, *Applied Energy*, 184, 619–629, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.10.043>;

Ruiz-Rosa, I., García-Rodríguez, F.J. & Mendoza-Jiménez, J., 2016, Development and application of a cost management model for wastewater treatment and reuse processes, *Journal of Cleaner Production*, 113, 299e310, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.044>;

Rupp, R.F. & Ghisi, E., 2014, Choosing a method of thermal comfort for mixed-mode office buildings located in hot-humid summer climate, *Proceedings of 8th Windsor Conference: Counting the Cost of Comfort in a changing world* Cumberland Lodge, Windsor, UK, 10-13 April 2014. London: Network for Comfort and Energy Use in Buildings, <http://nceub.org.uk>;

Rupp, R.F., Vásquez, N.G. & Lamberts R., 2015, A review of human thermal comfort in the built environment, *Energy and Buildings*, 105, 178–205, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.07.047>;

Saadatian, O., Haw, L.C., Sopian, K. & Sulaiman, M.Y., 2012, Review of windcatcher technologies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 1477– 1495, [doi:10.1016/j.rser.2011.11.037](https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.037);

- Sahimaa, O., Hupponen, M., Horttanainen, M. & Sorvari, J., 2015, Method for residual household waste composition studies, *Waste Management*, 46, 3–14, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.08.032>;
- Saini, P., Sharma, V., Singh, C. & Singh, S., 2015, Solar Cookers for Off-Sunshine Cooking, *Journal of Academia and Industrial Research*, Volume 3, Issue 9 February 2015, ISSN: 2278-5213;
- Sampayo, M.S.T., Novais-Ferreira, H. & Santos Jr., J.A., 1968, Habitação Social em Angola – Esboço de um Programa de Acção, Boletim n.º 9494, Secretaria Provincial de Obras Públicas e Comunicações, Luanda;
- Sampayo, M.S.T., Novais-Ferreira, H. & Santos Jr., J.A., 1973, “Habitação Social em Angola – Esboço de um Programa de Acção”, Boletim n.º 9494, Secretaria Provincial de Obras Públicas e Comunicações, Luanda;
- Santamouris, M. & Kolokotsa, D., 2013, Passive cooling dissipation techniques for buildings and other structures: The state of the art, *Energy and Buildings*, Volume 57, Pages 74-94, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.11.002>;
- Santamouris, M., Pavlou, K. Synnefa, A., Niachou, K. & Kolokotsa, D. 2007, Recent progress on passive cooling techniques: Advanced technological developments to improve survivability levels in low-income households, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.02.008>;
- Sanya, T., 2012, Sustainable architecture evaluation method in an African context: transgressing discipline boundaries with a systems approach, *Sustain Sci*, 7:55–65, DOI 10.1007/s11625-011-0137-1;
- Sarneckis, K., 2002, Mosquitoes in Constructed Wetlands, Environment Protection Authority, Adelaide, Australia. ISBN 1876562404;
- Sartori, I. & Hestnes, A.G., 2007, Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: A review article, *Energy and Buildings*, Volume 39, Issue 3, Pages 249-257, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.07.001>;
- Sayigh, A. & Marafia, A.H., 1998, Chapter 1—Thermal comfort and the development of bioclimatic concept in building design, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 2, Issues 1–2, Pages 3-24, [https://doi.org/10.1016/S1364-0321\(98\)00009-4](https://doi.org/10.1016/S1364-0321(98)00009-4);
- Scarpinella, G., Silva, R., Viana, S. & Caiche, D., 2015, Áreas potenciais para produção de alimento no espaço urbano público: estudo de caso no município de São Carlos, SP/Brasil em, EURO-ELECS 2015 Latin-American and European Conference on Sustainable Buildings and Communities, , 1st edition, July 2015, p.1115;

- Schade, J., 2007, Life Cycle Cost Calculation Models for Buildings, Department of Civil, Mining and Environmental Engineering, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden, disponível em https://www.researchgate.net/publication/242404432_LIFE_CYCLE_COST_CALCULATION_MODELS_FOR_BUILDINGS, acesso em, 20-09-2017;
- Schroeder, D.G., 2008, Malnutrition em: Nutrition and Health in Developing Countries, Second Edition, edited by Richard D. Semba and Martin W. Bloem, e-ISBN: 978-1-59745-464-3;
- Schwartz, K. & Silva, M.E.V., 2003, Solar cooking system with or without heat storage for families and institutions, *Solar Energy*,75, 35–41, Doi:10.1016/0038-092X(96)00024-2;
- Schwerhoff, G. & Sy, M., 2017, Financing renewable energy in Africa – Key challenge of the sustainable development goals, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,75, 393-401, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.004>;
- Scott C., Drechsel P., Raschid-Sally, L., Bahri A., Mara, D., Redwood, M. & Jiménez, B., 2010, Wastewater irrigation and health: challenges and outlook for mitigating risks in low-income countries. In: Drechsel P, Scott CA, Raschid-Sally L, Redwood M, Bahri A (eds.) Wastewater irrigation and health: Assessing and mitigation risks in low-income countries. Earthscan-IDRC-IWMI, UK; www.idrc.ca/en/ev-149129-201-1-DO_TOPIC.html;
- Scott, A. & Shannon, P., 2007, Planning for Rural Development in Scotland: A New Role for Local Landscape Designations?, *Planning Theory & Practice*, Vol. 8, No. 4, 509–528, December 2007, DOI: 10.1080/14649350701664630;
- Scurlock, J.M.O., Dayton, D.C. & Hames, B., 2000, Bamboo: an overlooked biomass resource?, *Biomass and Bioenergy*, 19, 229-244;
- Seadon, J. K., 2010, Sustainable waste management systems, *Journal of Cleaner Production*, 18, 1639e1651, doi:10.1016/j.jclepro.2010.07.009;
- Sev, A., 2011, A comparative analysis of building environmental assessment tools and suggestions for regional adaptations, *Civil Engineering and Environmental Systems*, 28:3, 231-245, DOI: 10.1080/10286608.2011.588327;
- Seyfang, G., 2010, Community action for sustainable housing: Building a low-carbon future, *Energy Policy*, Volume 38, Issue 12, Pages 7624-7633, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.027>;
- Shammas, N.K. Wang, L.K. & Wu, Z., 2009, Waste Stabilization Ponds and Lagoons, em: Wang, L. K., Pereira, N. C., Hung, Y. T. & Shammas, N. K. (eds.) 818 pp., 2009,

Volume 8: Biological Treatment Processes, Handbook of Environmental Engineering, Humana Press, DOI: 10.1007/978-1-60327-156-1;

Shi, L. & Chew, M.Y.L., 2012, A review on sustainable design of renewable energy systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 192– 207, doi:10.1016/j.rser.2011.07.147;

Shukla, A., Tiwari, G.N. & Sodha, M.S., 2009, Embodied energy analysis of adobe house, *Renewable Energy*, Volume 34, Issue 3, March 2009, Pages 755-761, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.04.002>;

Shultz Jr., E. B. et al, 1992, NEEM: A Tree For Solving Global Problems, Report of an Ad Hoc Panel of the Board on Science and Technology for International Development National Research Council, National Academies of Sciences Neem: disponível: <http://www.nap.edu/catalog/1924.html> acesso em 21-02-2017;

Silva, A.C.S.B., 2004, Simulação de Resfriamento Evaporativo por Microaspersão d'Água, Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis;

Silva, I.M., 2014, Urban agriculture in Vila Nova de Gaia: the nurturing symbiosis, *Journal of Landscape Architecture*, 9:2, 42-49, DOI:10.1080/18626033.2014.931702;

Silva, R.A.M., Oliveira, D.V., Miranda, T.F.S., Escobar, M.C. & Cristelo, N., 2012, Rammed earth: feasibility of a global concept applied locally, *Sociedade Portuguesa de Geotecnia*, <http://hdl.handle.net/1822/22028>;

Silveira, M., 1971, Características Climáticas dos Concelhos e Circunscrições, Serviços Meteorológicos de Angola (SMA - 202), Memória LEA 92;

Silveira, M., 1962, Climas de Angola, Publicação do Instituto Nacional de Meteorologia, Luanda;

Simatele, D., Binns, T. & Simatele, M., 2012, Urban Livelihoods under a Changing Climate: Perspectives on Urban Agriculture and Planning in Lusaka, Zambia, *Journal of Human Development and Capabilities*, 13:2, 269-293, DOI: 10.1080/19452829.2011.645029;

Singh, M.K., Mahapatra, S. & Atreya, S.K., 2009, Bioclimatism and vernacular architecture of north-east India, *Building and Environment*, 44, 878–888, doi:10.1016/j.buildenv.2008.06.008;

Singh, S. & Prakash, V., 2007, Toxic Environmental Releases from Medical Waste Incineration: A Review, *Environ Monit Assess*, 132:67–81, DOI 10.1007/s10661-006-9503-3;

Siracusa, G. & la Rosa, A.D., 2006, Design of a constructed wetland for wastewater treatment in a Sicilian town and environmental evaluation using the emergy analysis, *Ecological Modelling*, 197, 490–497, doi:10.1016/j.ecolmodel.2006.03.019;

Sjostrom, C. & Bakens, W., 1999, CIB Agenda 21 for sustainable construction: why, how and what, *Building Research & Information*, 27:6, 347-353, <http://dx.doi.org/10.1080/096132199369174>;

Skone, T.J., 2000, What is me Cycle Interpretation?, *Environmental Progress*, Volume 19, Issue 2;

Slaughter, E.S., 1998, Models of Construction Innovation, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 124, n.º 3 (226-231);

SODEPAC, 2012, Plano Director, Capítulo 4 O Meio Ambiente e o PAC, Sociedade de Desenvolvimento do Polo Agro-Industrial de Capanda Malanje Angola, disponível em: <http://sodepacangola.com/joomla/pdfs/cap4.pdf>, acesso em 08/02/2017;

Sonoda, D. Y., 2002, Análise econômica de sistemas alternativos de produção de tilápias em tanques rede para diferentes mercados Dissertação (mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz;

Sousa-Figueiredo, J. C., Gamboa, D., Pedro, J. M., Fancony, C., Langa, A. J., Magalhães, R., Soares, J., Stothard, J. R., & Nery S. V., 2012, Epidemiology of Malaria, Schistosomiasis, Geohelminths, Anemia and Malnutrition in the Context of a Demographic Surveillance System in Northern Angola, *PLoS ONE* 9, Volume 7, Issue 4;

Souza, S.S. & Silva, E.A., 2011, Regional Planning in the Land Reform Literature: A Gap to be Bridged, *Regional Studies*, Vol. 45.6, pp. 857–868, DOI: 10.1080/00343400903496386;

Stevanović, S., 2013, Optimization of passive solar design strategies: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 25, Pages 177-196, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.04.028>;

Stevenson, P.C., Kite, G.C., Lewis, G.P., Forest, F., Nyirenda, S.P., Belmain, S.R., Sileshi, G.W. & Veitch, N.C., 2012, Distinct chemotypes of *Tephrosia vogelii* and implications for their use in pest control and soil enrichment, *Phytochemistry*, 78, 135–146, <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2012.02.025>;

Still, D., MacCarty, N., Ogle, D., Bond, T. & Bryden. M., 2011, Test Results of Cook Stove Performance, Aprovecho Research Center/Shell Foundation/United States Environmental Protection Agency, disponível em:

<https://www.pciaonline.org/resources/test-results-cook-stove-performance>, acesso em 20-03-2017;

Stottmeister, U., Wießner, A., Kusch, P., Kappelmeyer, Kästner, U.M., Bederski, O., Müller, R.A. & Moormann, H., 2003, Effects of plants and microorganisms in constructed wetlands for wastewater treatment, *Biotechnology Advances*, 22, 93 – 117, doi:10.1016/j.biotechadv.2003.08.010;

Sujarwo, W., Keim, A.P., Caneva, G., Toniolo, C. & Nicoletti, M., 2016, Ethnobotanical uses of neem (*Azadirachta indica* A.Juss.; Meliaceae) leaves in Bali (Indonesia) and the Indian subcontinent in relation with historical background and phytochemical properties, *Journal of Ethnopharmacology*, 189, 186–193, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2016.05.014>;

Suzer, O., 2015, A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems, *Journal of Environmental Management*, 154, 266e283, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.02.029>;

Taleghani, M., Tenpierik, M., Kurvers, S. & van den Dobbelen, A., 2013, A review into thermal comfort in buildings, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 201–215, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.050>;

Tapie, G., Grain Mandataire, 2000, *Analyse Stratégique Les Marchés et Leur Evolution Documents Intermédiaires Remis au Ministère de l'Emploi*, Paris ;

Tavares, A. B. (Memória n. 153), *Para uma Sociologia da Habitação em Angola: Métodos e Perspectivas*, Memória n. 153, Laboratório de Engenharia de Angola, Luanda;

Tejero-González, A., Andrés-Chicote, M., García-Ibáñez, P., Velasco-Gómez, E. & Javier Rey-Martínez, F., 2016, Assessing the applicability of passive cooling and heating techniques through climate factors: An overview, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 727–742, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.077>;

Terrapon-Pfaff, J., Dienst, C., König, J. & Ortiz, W., 2014, A cross-sectional review: Impacts and sustainability of small-scale renewable energy projects in developing countries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 1–10, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.161>

Thomas, H. R., 2002, 2000 Peurifoy Lecture: Construction Practices in Developing Countries, *Journal of Construction, Engineering and Management*, Vol. 128, n.º 1 (1-7);

Thornton, A., Nel, E. & Hampwaye, G., 2010, Cultivating Kaunda's plan for self-sufficiency: Is urban agriculture finally beginning to receive support in Zambia?, *Development Southern Africa*, 27:4, 613-625, DOI: 10.1080/0376835X.2010.508604;

Tian, Y. & Zhao, C.Y., 2013, A review of solar collectors and thermal energy storage in solar thermal applications. *Applied Energy*, 104, 538–553, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.051>;

Todd, J.A. & Geissler, S., 1999, Regional and cultural issues in environmental performance assessment for buildings, *Building Research & Information*, 27:4-5, 247-256, <http://dx.doi.org/10.1080/096132199369363>;

Todd, J.A., Crawley, D., Geissler, S. & Lindsey, G., 2001, Comparative assessment of environmental performance tools and the role of the Green Building Challenge, *Building Research & Information*, 29:5, 324-335, <http://dx.doi.org/10.1080/09613210110064268>;

Todes, A., 2004, Regional Planning and Sustainability: Limits and Potentials of South Africa's Integrated Development Plans, *Journal of Environmental Planning and Management*, Vol. 47, No. 6, 843–861, DOI: 10.1080/0964056042000284866;

Toe, D.H.C. & Kubota, T., 2015, Comparative assessment of vernacular passive cooling techniques for improving indoor thermal comfort of modern terraced houses in hot-humid climate of Malaysia, *Solar Energy*, Volume 114, April 2015, Pages 229-258, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2015.01.035>;

Torgal, F. P. & Jalali, S., 2012, Earth construction: lessons from the past for future eco-efficient construction, *Construct. Build. Mater.*, 29, 512–519, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.054>;

Trainer, T., 2001, Radical Implications of the Limits to Growth Analysis, *Australian Planner*, 38:2, 90-95, DOI: 10.1080/07293682.2001.9657944;

Tshikalange, T.E., Modishane, D.C. & Tabit, F.T., 2017, Antimicrobial, Antioxidant, and Cytotoxicity Properties of Selected Wild Edible Fruits of Traditional Medicinal Plants, *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 23:1, 68-76, DOI:10.1080/10496475.2016.1261387;

Turner, R. K., 2006, Sustainability auditing and assessment challenges, *Building Research & Information*, 34:3, 197-200;

Tyagi, B.K., Shahi, A.K. & Kaul, B.L., 1998, Evaluation of repellent activities of *Cymbopogon* essential oils against mosquito vectors of Malaria, Filariasis and Dengue Fever in India, *Phytomedicine*, Vol. 5(4), pp. 324-329;

Tzikopoulos, A.F., Karatza, M.C. & Paravantis, J.A., 2005, Modeling energy efficiency of bioclimatic buildings, *Energy and Buildings*, Volume 37, Issue 5, Pages 529–544, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.09.002>;

- Uğur, L.O. & Leblebici, N., 2017, An examination of the LEED green building certification system in terms of construction costs, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Available online 7 June 2017, In Press, Corrected Proof, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.210>;
- Umar K.J, Abubakar L., Alhassan B., Yahaya S.D., Hassan L.G., Sani N.A. & Muhammad M.U, 2014, Nutritional profile of *Balanites aegyptiaca* flower, *Studia Universitatis “Vasile Goldiș”*, Seria Științele Vieții Vol. 24, issue 1, pp. 169-173;
- UNEP, 2003, Sustainable building and construction, *UNEP Industry and Environment*, 5, April – September, disponibil em <http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>, acesso em 14-04-2014;
- UN-Habitat, (United Nations Centre for Human Settlements), 1989, *Community Participation – Solid Waste Management in Low–Income Housing Projects: The Scope for Community Participation*, Nairobi;
- UN-HABITAT, 2011, *Sustainable Building Practices for Low Cost Housing: Implications for Climate Change Mitigation and Adaptation in Developing Countries*, Shelter Initiative for Climate Change Mitigation and Adaption (SICCMA);
- UN-HABITAT, 2012, *Going Green: A Handbook of Sustainable Housing Practice*, United Nations Human Settlements Programme, Nairobi Kenya, ISBN: 978-92-1-132487-7;
- UN-HABITAT, 2017, *Building Sustainability Assessment and Benchmarking – An Introduction*, United Nations Settlements Programme (UN-Habitat), ISBN Number: (Volume) 978-92-1-132728-1;
- Urmee, T. & Gyamfi, S., 2014, A review of improved Cookstove technologies and programs, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 625–635, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.019>;
- USGBC (United States Green Building Council), 2017, *LEED v4 for Building Design and Construction*, USGBC;
- van Damme, H. & Houben, H., 2017, Earth concrete. Stabilization revisited, *Cement and Concrete Research* xxx (2017) xxx–xxx, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.02.035>;
- van Lier, H.N., 1998, The role of land use planning in sustainable rural systems, *Landscape and Urban Planning*, 41, 83–91;
- Varun, P.R. & Bhat, I.K., 2009, Energy, economics and environmental impacts of renewable energy systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 2716–2721, doi:10.1016/j.rser.2009.05.007;

- Vasudevan, P., Kashyap, S. & Sharma, S. 1997, Tagetes: A Multipurpose Plant, *Bioresource Technology*, 62, 29-35;
- Vaz, J., Sattler, M.A., dos Santos, E.D & Isoldi, L.A., 2011, Experimental and numerical analysis of an earth–air heat exchanger, *Energy and Buildings*, Volume 43, Issue 9, Pages 2476-2482, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.06.003>;
- Vellinga, M., 2013, The noble vernacular, *The Journal of Architecture*, Volume 18, Issue 4, Pages 570-590; <http://dx.doi.org/10.1080/13602365.2013.819813>;
- Verhoeven, J.T.A. & Meuleman, A.F.M., 1999, Wetlands for wastewater treatment: Opportunities and limitations, *Ecological Engineering*, 12, 5–12;
- Villén, L., Manjón, F., García-Fresnadillo, D. & Orellana, G., 2006, Solar water disinfection by photocatalytic singlet oxygen production in heterogeneous medium, *Applied Catalysis B: Environmental*, 69, 1–9, doi:10.1016/j.apcatb.2006.05.015;
- Violas, D.A.R.O., 2003, A Habitação Social e a Intervenção Municipal: Caso de Vila Nova de Gaia, Dissertação de Mestrado em Geografia, Planeamento Urbano e Regional, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto;
- Voigt, K. A., 2011, Pigs in the Backyard or the Barnyard: Removing Zoning Impediments to Urban Agriculture, *Environmental Affairs* Vol. 38:537, disponível em: <http://lawdigitalcommons.bc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1699&context=ealr> acesso em 10-01-2017;
- Vymazal, J., 2008, Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: A Review, em: Sengupta, M. and Dalwani, R. (Editors). *Proceedings of Taal2007: The 12th World Lake Conference*: 965-980;
- Wallhagen, M. & Glaumann, M., 2011, Design consequences of differences in building assessment tools: a case study, *Building Research & Information*, 39:1, 16-33, DOI:10.1080/09613218.2010.513210;
- Warszawski, A., 1996, Strategic Planning in the Construction Companies, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 122, n.º 2 (133-140);
- Watson, V., 2009, ‘The planned city sweeps the poor away’ Urban planning and 21st century urbanization, *Progress in Planning*, 72, 151–193, doi:10.1016/j.progress.2009.06.002;
- Watson, V., 2014, “African urban fantasies: dreams or nightmares?”, *Environment and Urbanization* Vol 26, No 1;

- WCED (World Commission on Environment and Development) 1987, *Our Common Future*, disponível em: www.un-documents.net/our-common-future.pdf, acesso em 15-12-2016;
- Wegelin, M., Schertenleib, R. & Boiler, M., 1991, The decade of roughing filters—development of a rural water-treatment process for developing countries, *J Water SRT—Aqua* Vol. 40, No. 5, pp. 304-316;
- Wekesa, B.W., Steyn, G.S. & Otieno, F.A.O., 2010, The response of common building construction technologies to the urban poor and their environment, *Building and Environment*, 45, 10, 2327e2335, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.04.019>;
- Welch, J.B. & Venkateswaran, A., 2009, The dual sustainability of wind energy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 1121–1126, doi:10.1016/j.rser.2008.05.001;
- Wells, J., 1999, *The Construction Industry in Low Income Countries: An agenda for research*, Paper presented to the International Conference on Construction Industry Development in the New Millennium, held in Singapore, 27-29 Oct., organized by the School of Building and Real Estate, National University of Singapore;
- WHO, (World Health Organization), 2002, *The world health report 2002- Reducing Risks, Promoting Healthy Life*. Geneva: World Health Organization;
- WHO, 2006, *Fuel for life*. WHO, Geneva; 2006; disponível em: <http://www.who.int/indoorair/publications/fuelforlife.pdf>, acesso em 21/03/2017;
- WHO, 2011, *Boil Water, Technical Brief*, WHO/FWC/WSH/15.02, disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/ acedido em 06-03-2017;
- Wilson, D.C. (editor) et. al., 2015, *Global Waste Management Outlook*, United Nations Environment Programme, ISBN: 978-92-807-3479-9;
- Woodwar, D.G, 1997, Life cycle costing—Theory, information acquisition and application, *International Journal of Project Management*, Volume 15, Issue 6, Pages 335-344, [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(96\)00089-0](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(96)00089-0);
- Wu, S., Clements-Croome, D., Fairey, V., Albany, B., Sidhu, J., Desmond, D. & Neale, K., 2006, Reliability in the Whole Life Cycle of Building Systems, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 13, 2, 136-153, ISSN 0969-9988;
- Wu, S., Kuschik, P., Brix, H., Vymazal, J. & Dong, R., 2014, Development of constructed wetlands in performance intensifications for wastewater treatment: A nitrogen and organic matter targeted review, *Water Research*, 57, 40e55, <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2014.03.020>;

- Xuana, T.D., Eijia, T., Hiroyukia, T., Mitsuhiroa, M., Khanha, T.D. & Chung, I-M., 2004, Evaluation on phytotoxicity of neem (*Azadirachta indica*. A. Juss) to crops and weeds, *Crop Protection* 23, 335–345, doi: 10.1016/j.cropro.2003.09.004;
- Yang, F. & Chen, L. 2016, Developing a thermal atlas for climate-responsive urban design based on empirical modeling and urban morphological analysis, *Energy and Buildings*, Volume 111, Pages 120-130; <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.11.047>;
- Yang, L., Yan, H. & Lam, J.C., 2014, Thermal comfort and building energy consumption implications - A review *Appl Energy*, 115, 164-173, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.062>;
- Yang, L., Lam, J.C. & Liu, J., 2005, Bioclimatic Building Designs for Different Climates in China, *Architectural Science Review*, 48:2, 187-194, <http://dx.doi.org/10.3763/asre.2005.4823>;
- Ye, Y., LeGates, R. & Qin, B., 2013, Coordinated Urban-Rural Development Planning in China - The Chengdu Model, *Journal of the American Planning Association*, Vol. 79, No. 2, Spring 2013 DOI 10.1080/01944363.2013.882223;
- Yiping, L., Yanxia, L., Buckingham, K., Henley, G. & Guomo, Z., 2010, Bamboo and Climate Change Mitigation, INBAR, Technical Report No. 32;
- Yüksek, I. & Esin, T., 2013, Analysis of traditional rural houses in Turkey in terms of energy efficiency, *International Journal of Sustainable Energy*, Vol. 32, No. 6, 643–658, <http://dx.doi.org/10.1080/14786451.2013.769992>;
- Zaidi, M.K., 2006, Environmental Aspects of Wastewater Reuse, em: Zaidi, Mohammed K. editor, 2006, *Wastewater Reuse and Environmental Security Risk Assessment, Decision-Making*, Published by Springer, Dordrecht, The Netherlands, ISBN 978-1-4020-6027 -4;
- Zami, M.S., 2010, Drivers that help adopting stabilized earth construction to address urban low-cost housing crisis: an understanding by construction professionals, *Environment Development Sustainable* DOI 10.1007/s10668-011-9301-0;
- Zawdie, G. & Langford, D.A., 2002, Influence of construction-based infrastructure on the development process in Sub-Saharan Africa, *Building Research & Information*, 30:3, 160-170, DOI: 10.1080/09613210110114019;
- Zeza, A. & Tasciotti, L., 2010, Urban agriculture, poverty, and food security: Empirical evidence from a sample of developing countries, *Food Policy* 35 (2010) 265–273, doi:10.1016/j.foodpol.2010.04.007;

Zhai, X.Q., Song, Z.P. & Wang, R.Z., 2011, A review for the applications of solar chimneys in buildings, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 15, Issue 8, Pages 3757-3767, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.013>;

Zhai, Z. & Previtali, J.M., 2010, Ancient vernacular architecture: characteristics categorization and energy performance evaluation, *Energy and Buildings*, 42, 357–365, doi:10.1016/j.enbuild.2009.10.002;

Zhao, P., 2016, Planning for social inclusion: The impact of socioeconomic inequities on the informal development of farmland in suburban Beijing, *Land Use Policy*, Volume 57, 30, Pages 431–443, <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.010>;

Zuo, J. & Zhao, Z.-Y., 2014, Green building research—current status and future agenda: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 30, Pages 271-281, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.021>