



Universidade de Aveiro
2013

Departamento de Engenharia Civil

Alexandra Filipa Ribeiro **Contributo da Eco-construção para a**
Prevenção de Riscos Profissionais



Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil

2013

Alexandra Filipa Ribeiro **Contributo da Eco-construção para a
Prevenção de Riscos Profissionais**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Maria Fernanda da Silva Rodrigues, Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

o júri

Professor Doutor Carlos Daniel Borges Coelho
professor auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade
de Aveiro

Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista
professor associado, Faculdade de Engenharia da Universidade do
Porto

Professora Doutora Maria Fernanda da Silva Rodrigues
professora auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da
Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao finalizar o presente trabalho, são muitas as pessoas a quem gostaria de agradecer por me terem apoiado, direta ou indiretamente, na realização desta dissertação de mestrado.

Agradeço em especial à Professora Maria Fernanda da Silva Rodrigues, pelo apoio e orientação durante a elaboração da dissertação de mestrado. Também agradeço o incentivo e a partilha de conhecimentos ao longo do desenvolvimento deste trabalho, sendo determinantes para a sua concretização.

Agradeço o apoio incondicional da minha família, nos momentos mais difíceis do meu percurso académico e por todos os conselhos dados, sobretudo dos meus pais, irmã e tia Maria.

Agradeço aos meus amigos e colegas por todo o apoio e incentivo ao longo do meu percurso académico.

Finalmente gostava de agradecer aos professores do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, por todos os conhecimentos transmitidos.

palavras-chave Eco-construção, Sustentabilidade, Perigos, Riscos, Avaliação de Riscos, Prevenção de Riscos, LiderA.

resumo No seguimento do desenvolvimento sustentável, surgiu o conceito de construção sustentável ou Eco-construção, também denominada como construção verde, que apresenta como principal finalidade a criação e a gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em conta os princípios ecológicos e a utilização eficiente de recursos. Este trabalho, pretende analisar o conceito de Eco-construção ou construção sustentável sob o ponto de vista da prevenção de riscos profissionais, tendo para isso sido identificadas as diferentes atividades que podem ser desenvolvidas ao nível da Eco-construção, para posteriormente se efetuar a respetiva avaliação de riscos. No sentido de se verificar se as exigências a observar neste tipo de construção levam a que se tenha um maior ou menor nível de segurança na fase de construção e exploração dos edifícios, analisaram-se os critérios subjacentes ao sistema LiderA que maior influência podem ter na prevenção de riscos, nas diferentes fases do projeto de um empreendimento. Seguidamente efetuou-se uma avaliação de riscos tendo em conta esses critérios. A metodologia adotada no presente trabalho teve por base uma pesquisa e uma revisão de conteúdos na área de desenvolvimento sustentável, da Eco-construção, das metodologias de avaliação de riscos, dos perigos e riscos associados à Eco-construção, bem como das medidas a aplicar para mitigar os riscos existentes. Efetuou-se também um estudo exploratório relacionado com a aplicação de medidas preventivas apresentadas para a Eco-construção a três projetos.

Da análise ao sistema LiderA na perspetiva da prevenção de riscos, verificou-se que os principais critérios a ter em conta para a avaliação de riscos durante o projeto e a construção de um determinado edifício, são a vertente integração local, a vertente recursos, a vertente cargas ambientais, a vertente conforto ambiental e a vertente vivência socioeconómica. Após a determinação dos diferentes perigos e dos consequentes riscos, identificaram-se as medidas preventivas que os minimizam ou evitam. Da avaliação de riscos efetuada, através dum método qualitativo, conclui-se que os riscos que apresentam maior severidade e probabilidade de ocorrer estão relacionados com os perigos inerentes às operações de demolição, localização adjacente de outros edifícios ou infraestruturas, trabalhos em altura, queda de objetos, abertura de valas, queda de materiais, falta de meios de proteção/prevenção, seleção inadequada de equipamentos, atropelamento, colisão com máquinas e a contaminação dos solos.

keywords Eco-Building, Sustainability, Hazards, Risks, Risks Assessment, Risks Prevention, LiderA.

abstract The concept of sustainable construction or Eco-construction, also known as green construction followed on sustainable development and has as main purpose the creation and responsible management of a healthy built environment, given the ecological principles and the efficient use of resources. This paper discusses the concept of Eco-construction from the point of view of occupational hazards prevention. To achieve this goal the hazards for different activities at the Eco-construction were identified to make the respective risk assessment. In order to check if the requirements to be observed in this type of construction lead to a higher or lower level of safety during buildings construction and operation phase, it was analyzed the criteria underlying the LiderA system that may have greater influence on the risks prevention. Then it was performed a risk assessment having regard to these criteria. The methodology used in this paper was based on a research and a review of content in the area of sustainable development, eco-construction, risk assessment methodologies, the hazards and risks associated with Eco-construction, as well as measures to mitigate the existing risks. It was also conducted an exploratory study related to the application of preventive measures for the Eco-construction of three buildings.

Analyzing the LiderA system from the perspective of risk prevention, it was found that the main criteria taken into account for the risks assessment during the design and construction phase of a building are the site and integration, resources, environmental loadings, environmental comfort and socio-economic experience. Following the assessment of their different hazards and related risks the preventive measures were identified. From the risk assessment performed through a qualitative method, it was concluded that the risks with greater severity and probability are related to demolition operations, location of adjacent buildings or other infrastructure, work at height, fall of objects and materials, excavation, lack of protection/prevention devices/measures, inadequate selection of equipment, crushing/collision with machinery and soil contamination.

Índice

ÍNDICE

1. Introdução	2
1.1. Enquadramento	2
1.2. Justificação do Tema	4
1.3. Objetivos.....	4
1.4. Metodologia	4
1.5. Estrutura do Trabalho	5
2. Eco-construção	8
2.1. Enquadramento	8
2.2. Desenvolvimento Sustentável.....	10
2.3. Eco- Construção ou Construção Sustentável.....	12
2.4. Construção Tradicional <i>Versus</i> Eco-construção: O Ciclo de Vida de uma Obra.	16
3. Segurança do Trabalho	20
3.1. Perigo e Risco	20
3.1.1. Risco profissional	20
3.2. Metodologias da Abordagem da Segurança e Saúde do Trabalho	21
3.2.1. A Segurança e Saúde do Trabalho.....	21
3.2.2. Prevenção	21
3.3. Avaliação de Riscos	22
3.3.1. A Identificação de Perigos	22
3.3.2. Etapas da Avaliação de Riscos	23
3.3.3. Momentos Chave da Avaliação de Riscos	24
3.2.4. Tipos de Avaliações de Riscos	24
4. Prevenção de Riscos em Edifícios LEED.....	34
4.1. Enquadramento	34
4.2. Prevenção.....	34

5.	LiderA – Sistema Voluntário para a Sustentabilidade dos Ambientes Construídos	40
5.1.	Enquadramento	40
5.2.	Sistema LiderA	41
5.3.	Critérios do Sistema LiderA.....	42
5.3.1.	Vertente Integração Local	42
5.3.2.	Vertente Recursos.....	44
5.3.3.	Vertente Cargas Ambientais.....	47
5.3.4.	Vertente Conforto Ambiental.....	49
5.3.5.	Vertente Vivência Socioeconómica.....	50
5.3.6.	Vertente Uso Sustentável	54
5.4.	Ponderação	55
5.5.	Níveis de Desempenho.....	56
5.6.	Aplicação do Sistema LiderA.....	57
5.6.1.	Aplicar para Procurar a Sustentabilidade.....	58
6.	Eco-construção na Prevenção de Riscos Profissionais, tendo em Conta os Critérios do Sistema LiderA	64
6.1.	Enquadramento	64
6.2.	Integração Local	65
6.2.1.	Solo	65
6.2.2.	Ecosistemas Naturais.....	66
6.2.3.	Paisagem e Património.....	67
6.2.4.	Perigos e Riscos Associados à Integração Local.....	67
6.3.	Recursos	69
6.3.1.	Energia	69
6.3.2.	Água.....	73
6.3.3.	Materiais.....	74

6.3.4.	Perigos e Riscos Associados aos Recursos.....	76
6.4.	Cargas Ambientais	78
6.4.1.	Efluentes	78
6.4.2.	Emissões Atmosféricas.....	80
6.4.3.	Resíduos.....	80
6.4.4.	Ruído Exterior.....	81
6.4.5.	Poluição Ilumino-térmica	81
6.4.6.	Perigos e Riscos Associados às Cargas Ambientais	82
6.5.	Conforto Ambiental.....	84
6.5.1.	Qualidade do Ar	84
6.5.2.	Conforto Térmico	85
6.5.3.	Iluminação e Acústica	86
6.5.4.	Perigos e Riscos Associados ao Conforto Ambiental	87
6.6.	Vivência Socioeconómica.....	89
6.6.1.	Acesso para Todos	89
6.6.2.	Diversidade Económica.....	90
6.6.3.	Amenidades e Interação Social	90
6.6.4.	Participação e Controlo	90
6.6.5.	Custos no Ciclo de Vida	91
6.6.6.	Perigos e Riscos Associados às Vivências Socioeconómicas	91
6.7.	Uso Sustentável.....	93
6.7.1.	Perigos e Riscos Associados ao Uso Ambiental.....	94
6.8.	Síntese: Perigos, Risco e Medidas Preventivas.....	94
7.	Caso de Estudo – Aplicação das Medidas Preventivas	108
7.1.	Programa Preliminar.....	108
7.1.1.	Aplicação ao Quarteirão OCTO.....	108

7.1.2.	Aplicação ao Edifício HEXA.....	109
7.1.3.	Aplicação à Moradia Urbana.....	110
7.2.	Programa Base.....	111
7.2.1.	Aplicação ao Quarteirão OCTO.....	111
7.2.2.	Aplicação ao Edifício HEXA.....	112
7.2.3.	Aplicação à Moradia Urbana.....	112
7.3.	Projeto Base.....	113
7.4.	Síntese.....	113
8.	Conclusões/ Sugestões para Trabalho Futuro.....	116
8.1.	Conclusões Gerais.....	116
8.2.	Sugestões para Trabalho Futuro.....	117
9.	Bibliografia.....	119
Anexo A.1	- Perigos e Riscos Associados à Integração Local.....	135
Anexo A.2	- Perigos e Riscos Associados aos Recursos.....	138
Anexo A.3	- Perigos e Riscos Associados às Cargas Ambientais.....	145
Anexo A.4	- Perigos e Riscos Associados ao Conforto Ambiental.....	148
Anexo A.5	- Perigos e Riscos Associados à Vivência Socioeconómica.....	152
Anexo A.6	- Características Avaliadas pelo Sistema LiderA no Programa Preliminar.....	154
Anexo A.7	- Plantas do Projeto-Modelo OCTO.....	155
Anexo A.8	- Plantas do Projeto-Modelo HEXA.....	156
Anexo A.9	- Plantas do Projeto-Modelo da Moradia Urbana.....	157
Anexo A.10	- Características Avaliadas pelo Sistema LiderA no Programa Base.....	158
Anexo A.11	- Características Avaliadas pelo Sistema LiderA no Projeto Base.....	160
Anexo A.12	- Plantas do Projeto-Modelo.....	164
Anexo A.13	- Construção de Edifícios Verdes.....	166
Anexo A.14	- Energia Solar em Matéria de Segurança no Trabalho.....	168

Anexo A.15 - Trabalho em Altura.....	171
Anexo A.16 - Riscos Elétricos na Construção	173
Anexo A.17 - Equipamentos de Proteção Individual	174

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Objetivos das obras de construção	8
Figura 2: Objetivos da sustentabilidade de cada dimensão	11
Figura 3: Definição de um edifício sustentável	12
Figura 4: Fluxo de materiais na construção de um edifício	13
Figura 5: Aspetos de competitividade na construção tradicional	13
Figura 6: Construção Eco-eficiente.....	14
Figura 7: Esquema da Construção Sustentável	15
Figura 8: Ciclo de vida de uma construção	17
Figura 9: Tipos de avaliação de riscos	25
Figura 10: Esquema dos indicadores e parâmetros do sistema LiderA	42
Figura 11: Ponderação (em percentagem) para as 22 áreas do Sistema LiderA	56
Figura 12: Níveis de desempenho	57
Figura 13: Fases do empreendimento e aplicação da abordagem ao LiderA	59
Figura 14: Representação do efeito fotovoltaico	71
Figura 15: Exemplo de captação de energia através de um coletor solar	71
Figura 16: Exemplo de diferentes tipos de aerogeradores	72
Figura 17: Esquema de uma instalação de aproveitamento de água das chuvas	74
Figura 18: Localização da zona a intervir – Quarteirão OCTO.....	109
Figura 19: Localização da zona a intervir – Edifício HEXA	110
Figura 20: Localização da zona a intervir - Moradia Urbana	111
Figura 21: Características avaliadas no programa preliminar	154
Figura 22: Planta de cobertura	155
Figura 23: Alçado nascente	155
Figura 24: Alçado sul	155
Figura 25: Planta esquemática – orientação solar	156
Figura 26: Alçado sul	156

Figura 27: Planta de implantação da moradia proposta	157
Figura 28: Planta de cobertura	157
Figura 29: Características avaliadas no programa base	158
Figura 30: Características avaliadas no programa base	159
Figura 31: Características avaliadas no projeto base	160
Figura 32: Características avaliadas no projeto base	161
Figura 33: Características avaliadas no projeto base	162
Figura 34: Características avaliadas no projeto base	163
Figura 35: Planta do piso térreo do quarteirão OCTO	164
Figura 36: Planta do piso tipo – Edifício HEXA	164
Figura 37: Planta do piso térreo do edifício HEXA	164
Figura 38: Planta do piso térreo – Moradia Urbana	165
Figura 39: Planta do 1º piso – Moradia Urbana	165
Figura 40: Corte da moradia pela entrada principal	165
Figura 41: Exemplo de colocação de PV ou coletores solares em proteção	169
Figura 42: Andaimos com proteção	171
Figura 43: Andaimos sem proteção	171
Figura 44: Exemplo de trabalhos em altura com guarda-corpos	172
Figura 45: Exemplo de trabalhos em altura sem guarda-corpos	172
Figura 46: Equipamentos de proteção individual (1 – arnês anti-queda; 2 – capacete; 3 – óculos de proteção; 4 – luvas; 5 – botas; 6 – proteção das vias respiratórias).	174

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Tipos de Construção	14
Tabela 1: Tipos de Construção (cont.)	15
Tabela 2: Escala da Severidade – Método matriz simples de CRAM	30
Tabela 3: Escala da Probabilidade – Método matriz simples de CRAM	31
Tabela 4: Tabela exemplo de avaliação do nível de risco, segundo o método da matriz CREAM.....	31
Tabela 5: Índice de risco.	32
Tabela 6: Perigos associados as edifícios LEED.....	35

Tabela 6: Perigos associados as edifícios LEED (cont.)	36
Tabela 6: Perigos associados as edifícios LEED (cont.)	37
Tabela 6: Perigos associados as edifícios LEED (cont.)	38
Tabela 7: Integração local: áreas e critérios de base considerados	43
Tabela 8: Eficiência no consumo de recursos: áreas e critérios de base considerados.	45
Tabela 9: Cargas ambientais: áreas e critérios de base considerados	47
Tabela 10: Conforto ambiental: áreas e critérios de base considerados	49
Tabela 11: Vivência socioeconómica: áreas e critérios de base considerados	51
Tabela 12: Uso sustentável: áreas e critérios de base considerados	55
Tabela 13: Nível de risco.	68
Tabela 14: Nível de risco.	77
Tabela 15: Nível de risco.	83
Tabela 16: Nível de risco.	88
Tabela 17: Nível de risco.	93
Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos).	94
Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).....	95
Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).....	96
Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).....	97
Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).....	98
Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).....	99

Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).....	100
Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).....	101
Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).....	102
Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).....	103
Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).....	104
Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).....	105
Tabela 19: Nível de Risco.....	105
Tabela A.1: Identificação dos Perigos e Riscos associados à integração local.....	135
Tabela A.1: Identificação dos Perigos e Riscos associados à integração local (cont.).....	136
Tabela A.1: Identificação dos Perigos e Riscos associados à integração local (cont.).....	137
Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais).....	138
Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais) (cont.).....	139
Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais) (cont.).....	140
Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais) (cont.).....	141

Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais) (cont.).	142
Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais) (cont.).	143
Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais) (cont.).	144
Tabela A.3: Identificação dos Perigos e Riscos associados às cargas ambientais.	145
Tabela A.3: Identificação dos Perigos e Riscos associados às cargas ambientais (cont.).	146
Tabela A.3: Identificação dos Perigos e Riscos associados às cargas ambientais (cont.).	147
Tabela A.3: Identificação dos Perigos e Riscos associados às cargas ambientais (cont.).	148
Tabela A.4: Identificação dos Perigos e Riscos associados ao conforto ambiental.	148
Tabela A.4: Identificação dos Perigos e Riscos associados ao conforto ambiental (cont.).	149
Tabela A.4: Identificação dos Perigos e Riscos associados ao conforto ambiental (cont.).	150
Tabela A.4: Identificação dos Perigos e Riscos associados ao conforto ambiental (cont.).	151
Tabela A.5: Identificação dos Perigos e Riscos associados à vivência socioeconómica.	152
Tabela A.5: Identificação dos Perigos e Riscos associados à vivência socioeconómica (cont.).	153
Tabela A.13: Perigos, riscos e medidas preventivas a ter em consideração na construção de edifícios verdes.	166
Tabela A.13: Perigos, riscos e medidas preventivas a ter em consideração na construção de edifícios verdes (cont.).	167
Tabela A.14: Perigos, riscos e medidas preventivas a ter em consideração durante a instalação de PV e coletores solares	168

Índice de Siglas

ACT – Autoridade para as Condições de Trabalho

AQS – Águas Quentes Sanitárias

CFC's - Clorofluorcarbonetos

CO₂ – Molécula de Dióxido de Carbono

CO – Monóxido de Carbono

COV's – Compostos Orgânicos Voláteis

CREA – *Clinical Risk and Error Analysis*

DMRA – *Decision Matrix Risk-Assessment*

ETA – *Event Tree Analysis*

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

ETICS – *External Thermal Instalation Composite System* (Sistema de Isolamento Térmico pelo Exterior)

FTA – *Fault-tree Analysis*

HEAT – Human Error Analysis Techniques

HFEA – *Human Factor Event Analysis*

HAZOP – *Hazard and Operability Study*

IMOPPI – Instituto dos Mercados de Obras Públicas

IPA – Inovação e Projetos em Ambiente, Lda

IPQ – Instituto Português da Qualidade

LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*

NO_x – Óxido de Azoto ou Óxido Nítrico

PDM – Plano Diretor Municipal

PEC – *Primary Energy Consumption*

PRAT – *Porporcional Risk-Assement Technique*

PSS – Plano de Segurança e Saúde

PU – Plano de Urbanização

PV – Painéis Fotovoltaicos

PVC – Policloreto de Vinilo

QADS – *Quantitative Assement of Dominio Scenarios*

QRA – *Quntitative Risk-Assement*

RBM – *Risk-based Maintenance*

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RCD's – Resíduos de Construção e Demolição

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SO₂ – Anidrido Sulfuroso ou Dióxido de Enxofre

STEP – *Sequentially Timed Event Plotting*

Capítulo 1 -

Introdução

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

A elaboração desta dissertação teve como principal motivação a exploração do tema Eco-construção, e do seu contributo (positivo e negativo) para a prevenção de riscos profissionais, uma vez que se trata de um tema atual, em forte expansão, constituindo uma preocupação a nível mundial, sendo também potenciadora duma área de atividade em forte crescimento.

O conceito de sustentabilidade surgiu na década de 80 através do Relatório de Brundtland, que referia que o desenvolvimento sustentável consiste no progresso que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer as gerações futuras.

No seguimento do desenvolvimento sustentável, surgiu o conceito de construção sustentável ou Eco-construção. Também pode ser denominada como construção verde e apresenta como principal finalidade a criação e a gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em conta os princípios ecológicos e a utilização eficiente de recursos.

Um dos maiores entraves ao desenvolvimento sustentável é o consumo energético a nível mundial e os impactes ambientais. Assim, o consumo de energia é um dos principais fatores a controlar com vista a uma maior sustentabilidade no setor da construção. Dado que o setor dos edifícios apresenta um elevado consumo é essencial adotar estratégias que promovam a sua maior eficiência energética.

As principais causas para este elevado consumo energético é os edifícios apresentarem um comportamento dissipativo, devido à não utilização de soluções eficientes de isolamento térmico, o que leva conseqüentemente a uma inadequada utilização de equipamentos de climatização. Assim sendo, é fundamental recorrer-se a sistemas de avaliação para se obter a sustentabilidade.

O sistema *LEED* ou *Leadership in Energy and Environmental Design* é um sistema que se baseia na certificação de edifícios sustentáveis. Este foi desenvolvido pela *U.S: Green*

Building Council, em 1998. É de salientar que este sistema visa dotar de forma prática e mensurável soluções de *design* “verde” nas fases de conceção, construção, operação e manutenção de um edifício. Na presente dissertação teve-se em conta as diferentes atividades que podem ser desenvolvidas ao nível da Eco-construção, para posteriormente se efetuar a avaliação de riscos, de um modo geral.

Contudo, na presente dissertação o sistema de avaliação utilizado foi o sistema LiderA.

O sistema LiderA, acrónimo de Liderar pelo Ambiente para a construção sustentável, é um sistema voluntário português que tem como principal finalidade efetuar de forma eficiente e integrada o apoio à avaliação e certificação do ambiente construído que procure a sustentabilidade. Este sistema, através dos seus princípios e critérios, permite auxiliar o desenvolvimento de projetos que procurem a sustentabilidade e a respetiva certificação de produtos em ambientes construídos, nomeadamente edifícios, zonas urbanas, empreendimentos, materiais e produtos, desde a fase de projeto, construção até à operação. Salienta-se que este sistema pretende apoiar o desenvolvimento de planos e projetos que procurem a sustentabilidade, avaliar e posicionar o seu desempenho na fase de conceção, obra e operação, suportar a gestão na fase de construção e operação, atribuir a certificação por marca registada, através da verificação por uma avaliação independente, e servir como instrumento de mercado distintivo para os empreendimentos e clientes que valorizem a sustentabilidade.

O sistema LiderA é uma marca registada nacional e consiste num sistema de avaliação da construção de níveis de desempenho ambiental numa ótica de sustentabilidade, comparativamente com os diferentes valores de desempenho (A a E), tendo em conta a melhoria das práticas existentes (E). Logo, o desempenho comprovado pela verificação do LiderA deverá atingir uma avaliação de sustentabilidade das classes C, B, A, A+ ou A++, para que se possa obter um bom nível de sustentabilidade ao nível do edificado ou dos ambientes construídos.

Tendo em conta os critérios do sistema LiderA, ir-se-á efetuar uma avaliação no que diz respeito à segurança no trabalho no setor da construção, uma vez que esta tem sido muito desvalorizada e, por isso, apresenta um avanço muito lento. Desta forma, este setor ainda continua a ser um dos mais perigosos e com maior número de acidentes de trabalho graves

e mortais. Logo, a avaliação de riscos é a principal base de uma gestão eficaz da segurança e saúde no trabalho, sendo essencial que haja uma redução dos acidentes de trabalho e doenças profissionais. Assim, com a introdução de materiais, equipamentos e técnicas diferentes das utilizadas na construção tradicional, torna-se premente a identificação de perigos e a avaliação dos riscos inerentes à Eco-construção.

Por fim, efetuou-se um caso de estudo tendo em conta três projetos modelo, publicados por Manuel Duarte Pinheiro, em 2010. O presente caso de estudo tem como principal finalidade colocar em prática as diferentes medidas preventivas, analisar os níveis de segurança ocupacional na Eco-construção e compará-los com os da construção convencional.

1.2. Justificação do Tema

Atualmente o setor da construção sentiu a necessidade de inovar, através da utilização de materiais e técnicas mais sustentáveis. Para tal, é essencial implementar novas metodologias para reduzir os perigos e os riscos ocupacionais existentes na Eco-construção.

1.3. Objetivos

Os principais objetivos do presente trabalho são:

- ✓ Estudar processos construtivos da Eco-construção ou Construção Sustentável;
- ✓ Estudar a aplicação do sistema LiderA;
- ✓ Identificar perigos e riscos associados à Eco-construção;
- ✓ Identificar medidas para mitigar os perigos e riscos da Eco-construção;
- ✓ Comparar os perigos e riscos existentes na construção convencional e na Eco-construção.

1.4. Metodologia

A metodologia adotada no presente trabalho teve por base uma pesquisa e uma revisão de conteúdos na área de desenvolvimento sustentável, da Eco-construção, das metodologias de avaliação de riscos, dos perigos e riscos associados à Eco-construção, bem como das medidas a aplicar para mitigar os riscos existentes. Efetuou-se também um estudo

exploratório relacionado com a aplicação de medidas preventivas apresentadas para a Eco-construção a três projetos.

1.5. Estrutura do Trabalho

A presente dissertação encontra-se dividida em vários capítulos, incluindo a presente introdução.

O capítulo I – Introdução que inclui o enquadramento, a justificação do tema, os objetivos, a metodologia e a estrutura do trabalho.

No capítulo II – “Eco- construção” fez-se um enquadramento geral e abordou-se o desenvolvimento sustentável, a Eco-construção ou construção sustentável e a construção tradicional versus construção sustentável: o ciclo de vida de uma obra.

Relativamente ao capítulo III – “Segurança do Trabalho” ir-se-á abordar em que consiste o perigo e o risco, bem como metodologias de avaliação de riscos.

No capítulo IV – “Prevenção de Riscos em Edifícios LEED” ir-se-á referir em que consiste este sistema de avaliação, quais as atividades que podem ser desenvolvidas ao nível da construção sustentável, os perigos e consequentes riscos e as medidas preventivas a serem implementadas.

O capítulo V – “LiderA – Sistema Voluntário para a Sustentabilidade dos Ambientes Construídos” apresenta uma breve descrição deste sistema, bem como dos diferentes critérios a ter em consideração para se obter a sustentabilidade.

O capítulo VI – “Eco-construção na Prevenção de Riscos Profissionais, tendo em conta os Critérios do Sistema LiderA”, aborda os diferentes critérios apresentados anteriormente aquando da sua aplicação na construção de um edifício, tendo em conta os diferentes perigos existentes e os consequentes riscos, durante a realização de determinadas atividades de construção, bem como as medidas preventivas para os mitigar.

Relativamente ao capítulo VII – “Caso de Estudo – Aplicação das Medidas Preventivas” ir-se-á apresentar três projetos modelo, nos quais é possível verificar as diferenças entre a construção convencional e a Eco-construção, ao nível dos perigos e riscos ocupacionais.

No capítulo VIII – “Conclusões e Sugestões para Trabalho Futuro”, descrevem-se as conclusões relativas ao contributo da Eco-construção na prevenção de riscos profissionais, aquando da construção de um determinado edifício. Referem-se ainda outros aspetos relacionados com o desenvolvimento de trabalhos futuros, de forma a verificar se as medidas referidas acarretam os principais riscos existentes, bem como os consequentes riscos.

Capítulo 2 - Eco-construção

2. ECO-CONSTRUÇÃO

2.1. Enquadramento

A construção tem como principal objetivo a realização de um produto que satisfaça as condições de funcionalidade requeridas pelo dono de obra, com as condições de segurança necessárias para resistir às ações naturais e humanas. Além das condições de segurança estrutural deve também apresentar características de durabilidade ser compatível com os interesses económicos do dono de obra, ser esteticamente agradável e compatível com a sua envolvente, de forma a reduzir o impacte ambiental (Figura 1). O equilíbrio dos fatores referidos anteriormente deverá ser alcançado pelo bom senso e pelos conhecimentos tecnológicos dos diversos intervenientes no sector da construção, sendo assim possível realizar construções compatíveis com as necessidades humanas do presente e do futuro (Mateus, 2004).

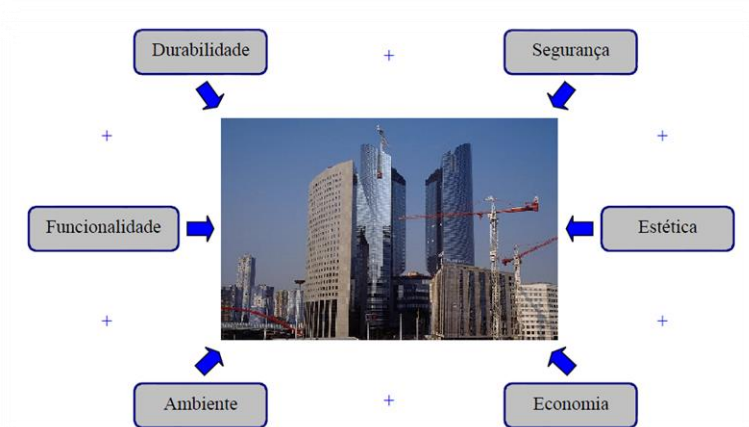


Figura 1: Objetivos das obras de construção (Mateus, 2004).

Para aumentar a procura das construções sustentáveis é necessário que haja uma descrição, avaliação e comunicação de todas as suas vantagens económicas comparativamente com os edifícios convencionais (Lützkendorf *et al.*, 2007). Assim sendo, o fator mais importante a nível nacional é efetivamente o económico, sendo lamentavelmente desvalorizada a durabilidade e o impacte ambiental (Mateus, 2004).

Atualmente, vários construtores, arquitetos, engenheiros, entre outros, apresentam já preocupação com os aspetos relacionados com o desenvolvimento sustentável, uma vez que este tem que satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as gerações

futuras (WCED, 1987 *cit.* Lützkendorf *et al.*, 2007). É de salientar que o desenvolvimento sustentável pode ser interpretado como um caminho a seguir para se adquirir a sustentabilidade. A sustentabilidade pode ser interpretada como o equilíbrio de uma economia ou sociedade em relação às condições ambientais, económicas e sociais (Lützkendorf *et al.*, 2007).

Existem progressos no desenvolvimento de estratégias de projeto, no desenvolvimento técnico de produtos de construção, materiais e técnicas construtivas, bem como de planeamento e construção de instrumentos de avaliação. Estes são fatores importantes mas insuficientes para se implementar com sucesso edifícios sustentáveis e para se alcançar práticas sustentáveis dentro dos mercados de investimento imobiliário. Logo, o principal problema consiste na falta de procura e de oferta de edifícios sustentáveis (Lützkendorf *et al.*, 2007).

A **construção sustentável** contribui através das suas características e atributos para o desenvolvimento sustentável, garantindo e aumentando a funcionalidade de manutenção e a qualidade estética de um edifício. Este facto contribui para a minimização dos custos do ciclo de vida, do esgotamento de recursos, para a redução de impactes maliciosos no ambiente, para a proteção dos trabalhadores e de todos os intervenientes (ocupantes, vizinhos e visitantes) ao nível da segurança e saúde. Em contrapartida, os **edifícios verdes** não cumprem todos os requisitos de uma construção sustentável, mas apresentam características e atributos positivos, relativamente à eficiência energética, esgotamento de recursos, impactes sob o meio ambiente, proteção da saúde e conforto dos utilizadores. É de salientar que a **construção verde** não necessita de cumprir todos esses aspetos, sendo também designada frequentemente por **construção ecológica** ou **Eco-construção**, com foco na energia, recursos e meio ambiente, e por **biologia edifício**, com foco na saúde e conforto. No entanto, as fronteiras que existem entre as construções sustentáveis e verdes são sobrepostas, e às vezes os edifícios verdes cumprem todos os aspetos do desenvolvimento sustentável. Em suma, a transição da abordagem de construção verde para uma abordagem de construção sustentável já começou, mas está longe de estar completa, em termos de conteúdo e aplicação prática. Assim sendo, o uso dos termos é incoerente na literatura, pelo que muitos autores decidiram usar o termo construção sustentável por razões de simplicidade (Lützkendorf *et al.*, 2007).

2.2. Desenvolvimento Sustentável

As preocupações com a preservação do meio ambiente já existem há vários séculos. A proibição da queima do carvão em Londres (em 1273) foi levada tão a sério que conduziu à aplicação da pena de morte por infração (Pimentel *et al.*, 1995 *cit.* Ganhão, 2011).

A partir dos anos 60, começou-se a dar mais atenção aos limites do crescimento e às necessidades de gerir os recursos naturais de forma mais cuidada, na sequência dos trabalhos realizados pelo Clube de Roma. Neste contexto, em 1987, com a Comissão Mundial do Ambiente e do Desenvolvimento, através do Relatório de *Brundland*, o conceito de desenvolvimento sustentável engloba o que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras e as suas próprias necessidades. Esta definição recomenda que exista um equilíbrio entre os níveis de desenvolvimento e o uso de recursos naturais, de modo a que o desenvolvimento ocorra sem prejudicar o meio ambiente e sem esgotar as fontes de recursos naturais, necessárias para a utilização de gerações futuras (Brundtland, 1987 *cit.* Ganhão, 2011).

O desenvolvimento sustentável é visto como um processo dinâmico onde a exploração dos recursos naturais, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais são conciliadas com as necessidades atuais e futuras (Brundtland, 1987 *cit.* Ganhão, 2011).

Em 1992, a Organização das Nações Unidas (ONU), realizou na Cidade do Rio de Janeiro a primeira conferência acerca do Ambiente e Desenvolvimento, da qual resultou a elaboração da “Agenda 21”. Este documento apresentava referências e recomendações específicas para se poder alcançar um desenvolvimento sustentável, e deveriam ser implementadas até ao início do século XXI, pelos Governos, Agências de Desenvolvimento e Grupos Setoriais, em todas as áreas que afetassem o ambiente. Assim sendo, cada país deveria adotar as suas próprias diretrizes para o desenvolvimento sustentável (Barroso, 2010). A “Agenda 21”, ao mesmo tempo que criticava o modelo de desenvolvimento que se encontrava em vigor na altura, considerava-o socialmente injusto e desgovernado do ponto de vista ambiental, por isso propunha uma nova sociedade, justa e ecologicamente responsável (Bragança *et al.*, 2006).

É importante salientar que o desenvolvimento sustentável tem como principal objetivo minimizar os impactos ambientais da ação do Homem sobre a natureza, ou seja, procura alertar para a necessidade de reduzir o consumo de recursos e a produção de resíduos e preservar a biodiversidade dos sistemas naturais (Ganhão, 2011).

O desenvolvimento sustentável apresenta três dimensões, nomeadamente a económica, social e ambiental. Desta forma, a dimensão que apresenta maior desenvolvimento atualmente é a económica, seguida da social e da ambiental, que apresenta um desenvolvimento praticamente nulo, o que coloca seriamente em risco a sobrevivência de gerações futuras (a curto prazo) (Mateus, 2004).

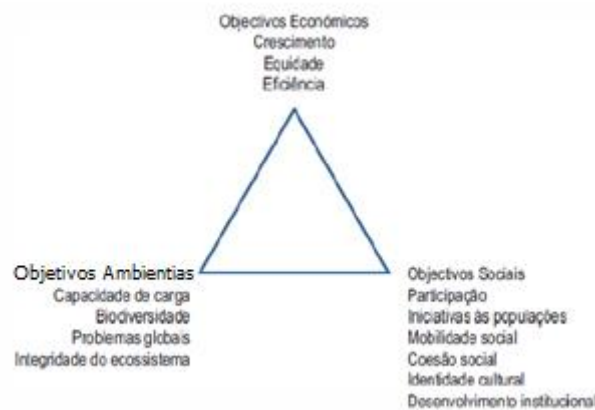


Figura 2: Objetivos da sustentabilidade de cada dimensão (adaptado de Mateus,2004).

Para se obter um desenvolvimento sustentável é essencial promover um ambiente de construção que (DTI, 2012):

- Minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente, durante a construção e a utilização;
- Aumentar a contribuição a nível positivo para a atividade empresarial durante a vida do edifício;
- Ajudar a incentivar a produtividade da construção através da relação custo-eficácia e melhorar o ambiente para gerações futuras;
- Procurar manter a biodiversidade dentro do local e evitar qualquer tipo de poluição desnecessária originária da construção;

- Utilize sempre que possível métodos de construção modernos para melhorar a eficiência da construção e minimizar os efeitos ambientais nos estaleiros.

2.3. Eco- Construção ou Construção Sustentável

A construção é uma das atividades mais antigas e mais importantes para a história das civilizações e, por isso, as técnicas construtivas foram-se desenvolvendo ao longo dos séculos, quando as construções deixaram de ser simplesmente para abrigo e locomoção. Assim sendo, a construção sustentável tem vindo a ganhar importância (Pereira, 2009).

O termo “Construção sustentável” foi proposto por Kibbert pela primeira vez em 1994, e tinha como finalidade descrever as responsabilidades da indústria de construção no que respeita ao conceito e aos objetivos da sustentabilidade, nomeadamente a “criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos e a utilização eficiente dos recursos” (Bragança *et al.*, 2006; Barroso, 2010). O principal objetivo da construção sustentável é a execução de um edifício sustentável (Figura 3). Este deve contemplar as três vertentes da sustentabilidade: ambiental, económica e sociocultural (Pereira, 2009).

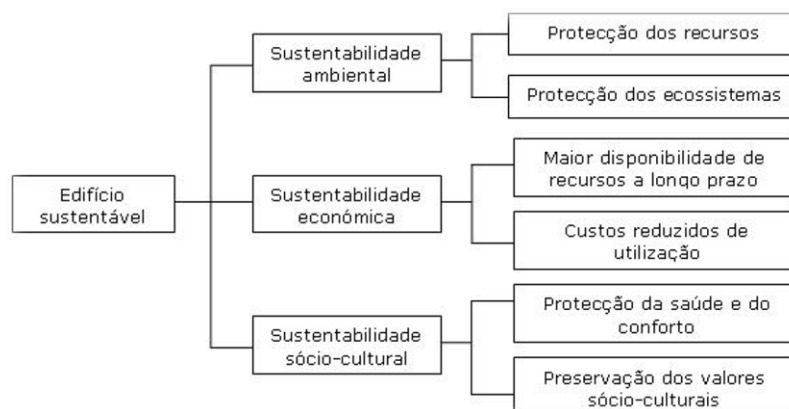


Figura 3: Definição de um edifício sustentável (Pereira, 2009).

A Construção Sustentável é um método que provoca intervenções sobre o meio ambiente, sem esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras. Este modelo de construção utiliza eco-materiais e soluções tecnológicas que reduzem a poluição, assim como promovem o uso eficiente e a economia da água e da energia, e o conforto dos seus utilizadores (Figura 4) (Pereira, 2009).

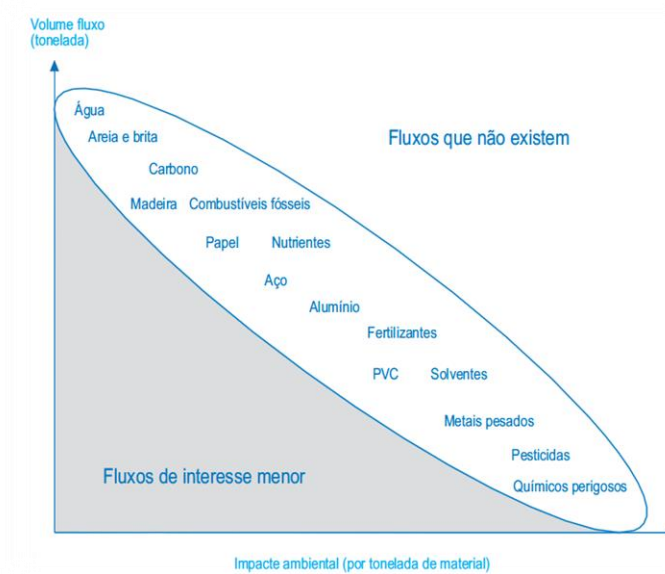


Figura 4: Fluxo de materiais na construção de um edifício (Pinheiro, 2006).

Os fatores tradicionalmente considerados competitivos na indústria de construção são a qualidade, o tempo e o custo (Figura 5) (Bragança *et al.*, 2006).

Uma construção tradicional só era competitiva se tivesse o nível de qualidade exigida pelo projeto, se utilizasse sistemas construtivos que otimizassem a produtividade durante a fase de execução e que, por sua vez, levasse à diminuição do período de construção, permitindo uma maior rapidez na recuperação do investimento. Tudo isto, sem alterar de forma significativa os custos de construção (Bragança *et al.*, 2006).

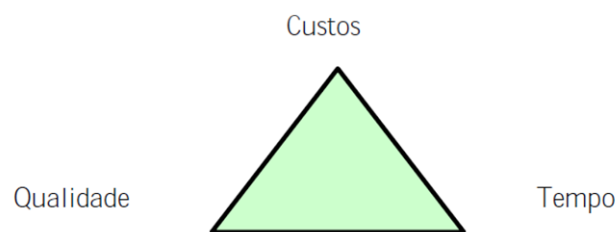


Figura 5: Aspectos de competitividade na construção tradicional (Barroso, 2010).

Mais tarde, com o início das preocupações ambientais, a noção de qualidade da construção passou por abranger os aspectos relacionados com a qualidade ambiental. Assim, surge a construção eco-eficiente, também conhecida por construção ecológica ou “verde”. Este tipo de construção consiste em construir com o mínimo de impacto ambiental e, se

possível, construir com o intuito de obter o efeito oposto, isto é, criar edifícios com consequências reparadoras para o meio ambiente. Exemplo disso é a substituição de edifícios ou de outro tipo de construções, por outros edifícios menos prejudiciais para o meio ambiente. Desta forma, a construção eco-eficiente pretende que as construções se integrem em todos os aspetos nos sistemas ecológicos (ecossistemas) da biosfera durante o seu ciclo de vida (Figura 6) (Bragança *et al.*, 2006).

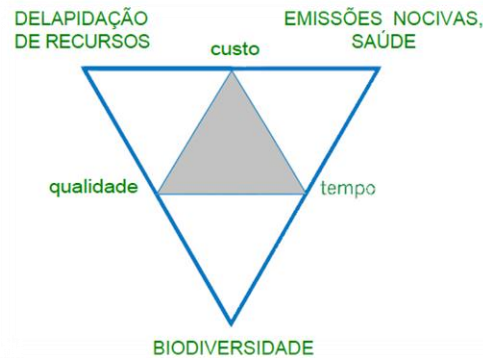


Figura 6: Construção Eco-eficiente (Mateus, 2004).

É importante referir que o conceito de construção eco-eficiente tem sido associado à redução dos consumos energéticos nos edifícios, sendo por isso confundido com o conceito de arquitetura bioclimática. Na Tabela 1, é possível verificar que esse tipo de construção abrange outras preocupações, nomeadamente a redução da delapidação dos recursos naturais, da produção de resíduos e emissão de gases poluentes nocivos para os ecossistemas e para a saúde humana (Mateus, 2004).

Tabela 1: Tipos de Construção (Mateus, 2004).

Aspetos	Tipos de Construção		
	Convencional	Bioclimática	Eco-eficiente
Configuração do edifício	Outras influências	Influenciada pelo clima	Influenciada pelo meio ambiente
Orientação do Edifício	Pouco importante	Crucial	Crucial
Fachadas e janelas	Outras influências	Dependentes do clima	Dependentes do meio ambiente
Fonte de energia	Gerada	Gerada/ambiente	Gerada/ambiente/local

Tabela 1: Tipos de Construção (cont.) (Mateus, 2004).

Aspetos	Tipos de Construção		
	Convencional	Bioclimática	Eco-eficiente
Controlo do ambiente interno	Eletromecânico (artificial)	Eletromecânico/ natural	Eletromecânico/ natural
Consumo de energia	Geralmente elevado	Reduzido	Reduzido
Fontes de matérias-primas	Pouco importante	Pouco importante	Reduzido impacte ambiental
Tipo de materiais	Pouco importante	Pouco importante	Reutilizáveis/recicláveis/reciclados

Através da integração dos princípios eco-eficientes com as condicionantes económicas, a equidade social e o legado cultural (introduzindo o novo conceito de tempo), está-se na presença das três dimensões de construção sustentável (Figura 7) (Bragança *et al.*, 2006).

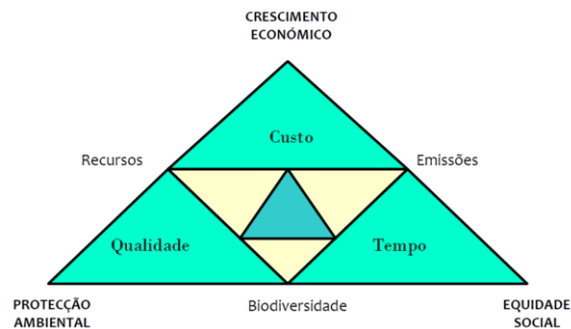


Figura 7: Esquema da Construção Sustentável (Pereira, 2009).

Assim sendo, apresentam-se em seguida as principais prioridades que podem ser consideradas os pilares deste tipo de construção (Pereira, 2009; Bragança *et al.*, 2006):

- Economizar energia e água;
- Assegurar a salubridade dos edifícios;
- Aumentar a durabilidade dos edifícios;
- Planear a conservação e a manutenção dos edifícios;
- Empregar materiais eco-eficientes;

- Não utilizar químicos nocivos para a camada do ozono;
- Ser durável;
- Efetuar poucas operações de manutenção;
- Incorporar pouca energia primária (PEC – *Primary Energy Consumption*);
- Utilizar materiais recicláveis;
- Apresentar baixa massa de construção;
- Reduzir a produção de resíduos;
- Ser económica;
- Garantir condições de segurança e higiene.

As prioridades referidas anteriormente devem ser abordadas em todas as fases que compõem o ciclo de vida de uma construção, ou seja, na fase de projeto, construção, operação/manutenção e demolição/deposição.

2.4. Construção Tradicional *Versus* Eco-construção: O Ciclo de Vida de uma Obra.

Em Portugal e na Europa, a atividade de construção apresenta características tradicionais, nomeadamente a nível de materiais (por exemplo o betão, o adobe, a taipa, etc), de produtos e de processos de construção.

Na construção tradicional, as fases correspondentes ao ciclo de vida de um edifício (Figura 8) são o projeto, a construção, a operação ou utilização e a desconstrução. As fases referidas anteriormente são as grandes responsáveis pelos impactos ambientais e pelo esgotamento dos recursos naturais (Pereira, 2009).

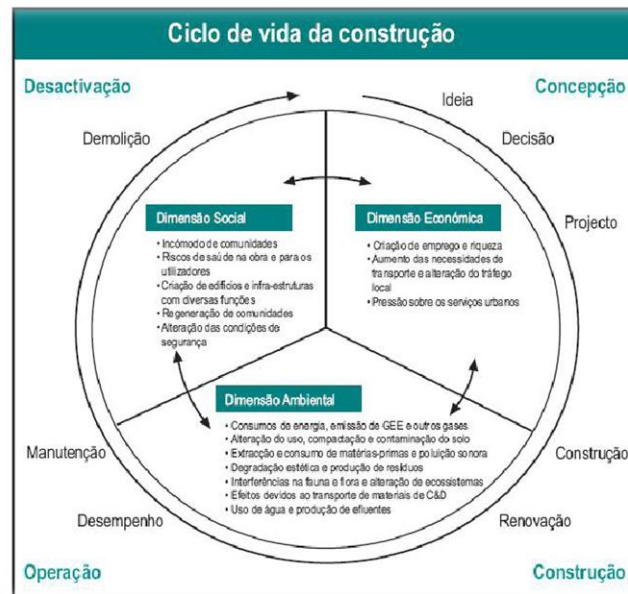


Figura 8: Ciclo de vida de uma construção (Barroso, 2010).

Na fase de projeto de um edifício, não são projetadas soluções construtivas que ofereçam resoluções de racionalização e economia dos materiais, energia, água e qualidade de vida dos seus utilizadores (Pereira, 2009).

Durante a fase de construção, que corresponde à execução do projeto na forma mais tradicional, verifica-se um excessivo consumo de recursos, uma grande pressão sobre o território, a emissão de ruído e poeiras provocadas pela realização de tarefas, uma enorme produção de resíduos e a má impermeabilização dos solos que provoca grandes impactes ambientais (Barroso, 2010).

A utilização de um edifício construído de forma tradicional apresenta elevados consumos, sobretudo no que respeita a consumos de energia e emissões atmosféricas, ao consumo de água e produção de efluentes, à produção de resíduos e aos impactes ambientais associados à mobilidade, ou seja, ao transporte de resíduos para vazadouros (Pereira, 2009).

Relativamente à demolição de um edifício ou obra, ir-se-á verificar a produção de grande quantidade de resíduos. Também é possível verificar que alguns materiais provenientes da demolição podem provocar a contaminação e exposição de solos à erosão e as poeiras resultantes deste tipo de trabalho podem provocar doenças às pessoas expostas a este tipo

de intervenções. A circulação de veículos para o transporte e demolição de edifícios libertam compostos tóxicos e dióxido de carbono (Pereira, 2009).

Atendendo aos princípios da sustentabilidade, deve-se efetuar uma gestão adequada dos recursos naturais para a preservação da degradação ambiental num ambiente saudável, de acordo com a equidade social e com as condicionantes económicas do meio construído e não construído. É importante salientar que, durante o ciclo de vida de um edifício, a construção sustentável apresenta cinco princípios básicos, nomeadamente a redução do consumo de recursos, a reutilização dos recursos, a reciclagem de materiais em fim de vida do edifício e a utilização de recursos recicláveis, a proteção dos sistemas naturais em todas as atividades e a eliminação de materiais tóxicos e dos subprodutos em todas as fases do ciclo de vida. Para além destes princípios, ainda existem características básicas a cumprir ao longo do ciclo de vida de uma construção. Desta forma, o ciclo de vida de um edifício, segundo a construção sustentável, é a conceção, o projeto, a execução em obra, a utilização, a manutenção até ao fim desse ciclo e a desconstrução (Pereira, 2009).

Capítulo 3 - Segurança do Trabalho

3. SEGURANÇA DO TRABALHO

3.1. Perigo e Risco

3.1.1. Risco profissional

A segurança e saúde no trabalho integram um conjunto de finalidades que se obtêm através da prevenção de riscos profissionais. Assim, a noção de risco profissional é a base para todas as abordagens preventivas. Dentro deste contexto, é necessário explicitar os conceitos de perigo e de risco (Cabral, 2011).

O **perigo** é definido como uma propriedade ou capacidade intrínseca de um componente de trabalho potencialmente causador danos (Roxo, 2006).

Define-se **risco** como sendo a possibilidade ou antecipação de situações em que o perigo se possa manifestar e atingir bens ou pessoas (Roxo, 2006).

Os conceitos referidos anteriormente encontram-se atualmente definidos na legislação nacional que visa a promoção das condições de trabalho (art. 4º, Lei nº 102/2009, de 10 de Setembro), do seguinte modo:

- Perigo é “a propriedade intrínseca de uma instalação, atividade, equipamento, um agente ou outro componente material do trabalho com potencial para provocar dano”;
- Risco é “ a probabilidade de concretização do dano em função das condições de utilização, exposição ou interação do componente material do trabalho que apresente perigo”.

Segundo a Norma Portuguesa (NP) 4397, de 2008, definem-se os conceitos anteriores do seguinte modo:

- Perigo é a “fonte, situação ou ato com um potencial para o dano em termos de lesões, ferimentos ou danos para a saúde, ou uma combinação destes”;
- Risco é a “ combinação da probabilidade da ocorrência de um acontecimento perigoso ou exposição e da severidade das lesões, ferimentos ou danos para a saúde que pode ser causada pelo acontecimento ou pela exposição”.

Pode-se afirmar que em todos os setores de atividade existem riscos, porém, o setor da construção apresenta um conjunto de características específicas, quando comparado com os restantes setores de atividade, que aumenta a probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho. É importante salientar que o setor da construção comporta riscos bastante elevados, por isso para se contrariar esta tendência é essencial aplicar medidas de

prevenção e de segurança, envolvendo todos os trabalhadores, empregadores e sindicatos (Maneca, 2010).

3.2. Metodologias da Abordagem da Segurança e Saúde do Trabalho

3.2.1. A Segurança e Saúde do Trabalho

O conceito de segurança e saúde do trabalho tem vindo a ampliar-se (Cabral, 2011). Assim sendo, segundo a NP 4397, de 2008, a segurança e saúde do trabalho é definida como o “conjunto das intervenções que objetivam o controlo dos riscos profissionais e a promoção da segurança e saúde dos trabalhadores da organização ou outros (incluindo trabalhadores temporários, prestadores de serviços e trabalhadores por conta própria), visitantes ou qualquer outro individuo no local de trabalho”.

É importante salientar que o local de trabalho corresponde ao campo físico onde se desenvolve a ação preventiva. Assim sendo, o local de trabalho corresponde ao espaço onde se localizam os postos de trabalho ou onde se desenvolvem as atividades profissionais.

3.2.2. Prevenção

A prevenção integra as principais abordagens da segurança e saúde no trabalho, podendo ser definida como a ação que pretende evitar ou minimizar os riscos profissionais, através de um conjunto de disposições e medidas a adotar em todas as fases e domínios da atividade (Cabral, 2011).

É importante referir que a legislação atual, Lei nº 102/2009, de 10 de Setembro (art. 4º), define o conceito anterior como “o conjunto de políticas e programas públicos, bem como as disposições ou medidas tomadas ou previstas no licenciamento e em todas as fases de atividade da empresa, do estabelecimento ou do serviço, que visem eliminar ou diminuir os riscos profissionais a que estão potencialmente expostos os trabalhadores”.

Na lógica da prevenção, é essencial ter em atenção os seguintes aspetos: deteção do perigo, avaliação do risco e controlo do risco (Cabral, 2011).

3.3. Avaliação de Riscos

A avaliação de riscos é um processo que consiste em avaliar sistematicamente os riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores no trabalho, resultantes de perigos e da execução de tarefas. Esse processo de avaliação deverá ser efetuado pelas entidades empregadoras, que têm a obrigação de ter em consideração todos os fatores que possam causar danos, tentando assim eliminar ou reduzir o perigo. Para tal, é essencial introduzir medidas de prevenção ou proteção. Alguns dos princípios a ter em consideração para a prevenção são: identificar perigos, avaliar riscos, evitar riscos, adaptar o trabalho ao homem, substituir o que é mais perigoso pelo que é menos perigoso, planificar a prevenção, dar prioridade e preferência às medidas de proteção coletiva relativamente às de proteção individual e dar instruções claras e adequadas aos trabalhadores (art. 6º Diretiva 89/391/CEE).

É importante referir que a avaliação de riscos profissionais é efetuada após o conhecimento dos perigos e consequentes riscos. No entanto, é possível decidir as ações adequadas a desenvolver, designadamente ao nível da hierarquização das situações de risco a abordar, da diminuição dos trabalhadores expostos, da identificação das medidas de controlo de risco mais adequadas, da configuração das ações de informação e de formação (Maneca, 2010).

3.3.1. A Identificação de Perigos

A identificação dos perigos que ocorrem no trabalho é uma das fases mais importantes no processo de avaliação dos riscos. Para a identificação de perigos, é importante ter em consideração as seguintes questões (Cabral, 2011):

- Quais as fontes de danos;
- Que trabalhadores e que componentes do trabalho podem ser afetados por esses danos;
- Como podem ocorrer esses danos.

O processo de identificação de perigos deve ser convenientemente planeado e organizado, para que se consiga classificar as diversas naturezas de perigos existentes, como por exemplo, os perigos associados às máquinas, aos produtos, às fontes de energia, aos processos de trabalho, entre outros (Cabral, 2011).

3.3.2. Etapas da Avaliação de Riscos

O processo de prevenção é essencialmente constituído pela avaliação de risco, através da identificação do perigo, da avaliação do risco e do controlo do risco. Também é possível desenvolver uma sequência metodológica que permite identificar, estimar e valorar o risco (Cabral, 2011).

A **identificação do perigo** significa detetar numa determinada situação a possibilidade do trabalhador estar exposto a um dano provocado pelo trabalho. Esta noção evidencia a diferença entre o conceito de risco e perigo. Assim sendo, na identificação do perigo é importante analisar os elementos seguintes (Cabral, 2011):

- Natureza e a localização do fator de perigo;
- Condições potencialmente agravantes ou atenuantes associadas ao perigo;
- Identificar quais e quantos trabalhadores se encontram expostos à ação danosa, ou seja ao perigo;
- Condições concretas que envolvem essa exposição;
- Situações especiais de exposição.

Estimar o risco significa medir de forma objetivamente mensurável, a probabilidade de exposição que pode ser aferida por unidades de tempo e a estimativa da gravidade apoiada em relações de causa e/ou efeito (Roxo, 2006).

Relativamente à **valoração do risco**, esta é a etapa final da avaliação de riscos e corresponde ao processo de comparação entre a estimativa efetuada e os padrões de referência da segurança e saúde, tendo como finalidade estabelecer um referencial de risco aceitável e o grau de aceitabilidade (Roxo, 2006).

Assim, a avaliação de riscos tem como finalidade conhecer a probabilidade de ocorrência de danos e a sua gravidade (Cabral, 2011).

É importante salientar que a aceitabilidade do risco corresponde ao risco de acidente ou falha que os “atores” de um sistema aceitam incidir de forma consciente apesar de se dispor de soluções conhecidas que podem minimizar os riscos (Roxo, 2006).

A avaliação de riscos apresenta uma importância decisiva no planeamento da prevenção, através de informações acerca dos perigos e das fontes de perigo, da natureza dos riscos,

dos riscos graves e eminentes, dos trabalhadores expostos aos riscos, das prioridades de intervenção, das metodologias da abordagem preventiva, do programa de ações (“quem” faz “o quê”, “quando” e “com que meios”), do programa de informação e formação, e da avaliação da eficácia das medidas preventivas adotadas (reavaliação de riscos) (Cabral, 2011).

3.3.3. Momentos Chave da Avaliação de Riscos

A avaliação de risco é um processo dinâmico, que deverá ser desenvolvido em várias fases de qualquer local de trabalho: na fase de **projeto**, no âmbito da **gestão de pessoal** e na fase de **laboração** (Cabral, 2011).

Na fase de **Projeto**, a avaliação ocorre no âmbito do processo de licenciamento da laboração, da conceção, da definição inicial e alterações do local de trabalho e do *layout*, da introdução de novas formas de organização do trabalho, da escolha de novos equipamentos, materiais, produtos, processos e métodos de trabalho (Cabral, 2011).

Relativamente à fase de avaliação no âmbito da **Gestão de Pessoal**, esta ocorre na admissão, na transferência e no regresso de trabalhadores de períodos prolongados de ausência (Cabral, 2011).

No que diz respeito à fase de **Laboraço**, esta consiste na avaliação inicial, na avaliação periódica, na avaliação ocasional e na reavaliação (Cabral, 2011).

3.2.4. Tipos de Avaliações de Riscos

Nas metodologias de avaliação de riscos, combinam-se, em regra, processos, instrumentos de avaliação e valores de referência. Em função da metodologia usada, as avaliações de riscos podem ser expressas através de diferentes métodos, nomeadamente os **métodos qualitativos**, os **métodos quantitativos**, os **métodos semi-quantitativos** (Figura 9) (Cabral, 2011).

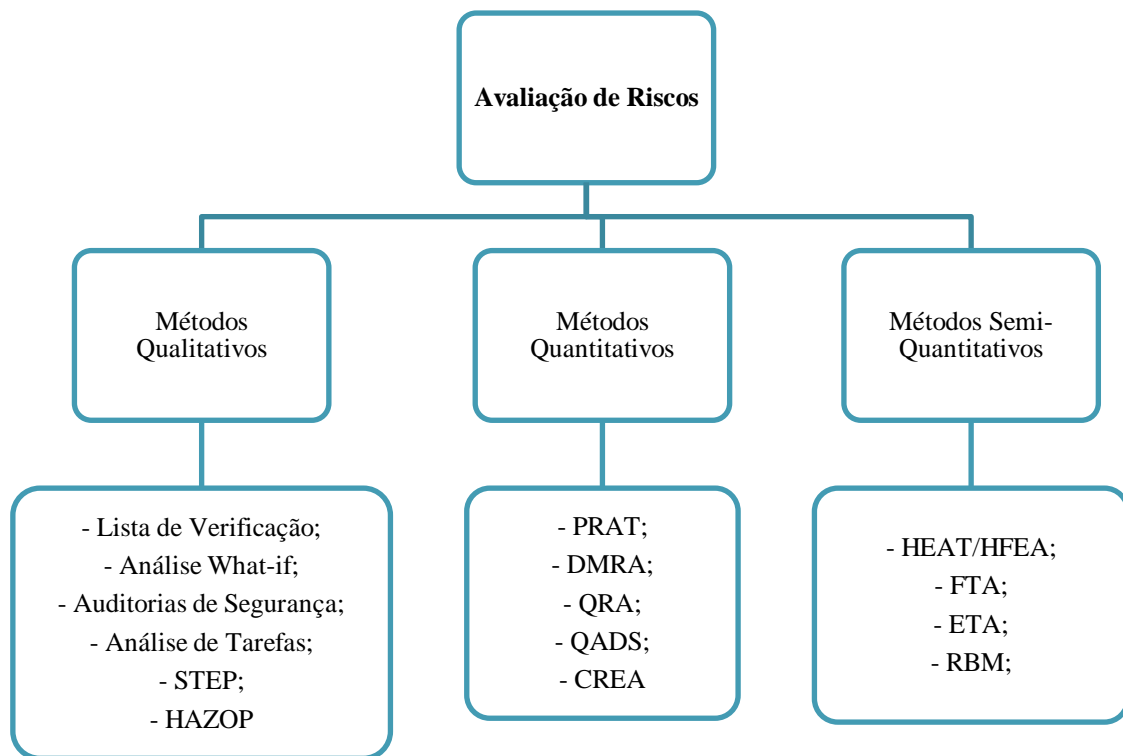


Figura 9: Tipos de avaliação de riscos (Marhavilas *et al.*, 2011).

Os **métodos quantitativos** permitem efetuar a quantificação de dados relativos à natureza de riscos, nomeadamente a probabilidade e a gravidade. Esta metodologia lógica é utilizada essencialmente para analisar riscos muito graves e complexos, bem como em casos que a legislação o exija expressamente (Cabral, 2011). Estes métodos baseiam-se num modelo matemático, onde se atribui um valor numérico aos diversos fatores que provocam ou agravam o risco, bem como aqueles que aumentam a segurança, permitindo assim estimar um valor numérico para o risco efetivo (Carneiro, 2011).

Analisando a Figura 9, é possível verificar quais os diferentes métodos qualitativos, sendo eles: *Proportional Risk-Assement Technique* (PRAT), *Decision Matrix Risk-Assement* (DMRA), *Quantitative Risk-Assement* (QRA), *Quantitative Assesmente of Dominio Scenarios* (QADS) e *Clinical Risk and Error Analysis* (CREA).

O método PRAT é uma técnica que utiliza uma fórmula proporcional para calcular o risco quantificado devido ao perigo (Ayyub, 2003; Fine *et al.*, 1971; Marhavilas *et al.*, 2007; Marhavilas *et al.*, 2008 *cit.* Marhavilas *et al.*, 2011). Assim sendo, o risco é calculado de acordo com as possíveis consequências de um acidente, com o fator de exposição e com o fator de probabilidade (Marhavilas *et al.*, 2008 *cit.* Marhavilas *et al.*, 2011). Através dessa

relação, é possível definir um sistema lógico para a segurança, dando prioridade às situações mais perigosas, uma vez que o risco vai ser classificado segundo determinados níveis de acordo com o método adotado (por exemplo: 700-1000 (ação imediata), 500-700 (requer uma ação em menos de 1 dia), 300-500 (requer uma ação em menos de 1 mês), 200-300 (requer uma ação em menos de 1 ano) e <200 (necessita apenas de vigilância)) (Marhavilas *et al.*, 2011).

O método DMRA é uma abordagem sistemática para estimar os riscos e consiste em avaliar a probabilidade e a consequência (Reniers *et al.*, 2005; Woodruff, 2005 *cit.* Marhavilas *et al.*, 2011). A combinação da consequência ou gravidade com a probabilidade permite efetuar uma estimativa do risco ou uma classificação do risco, sendo esta obtida através do produto entre a severidade (S) e a probabilidade (P). Eventualmente, esta técnica é consumada através da construção de uma tabela de decisão. É importante referir que este método apresenta duas vantagens, ou seja, diferencia riscos relativos para facilitar a tomada de decisão e melhora a consistência e a base de decisão (Marhavilas *et al.*, 2011).

O método QRA foi desenvolvido para a segurança externa de instalações industriais com perigo de explosão com origem na concentração de poeiras. É de referir que esta ferramenta avalia e/ou analisa o risco de forma individual e social (Marhavilas *et al.*, 2011).

A avaliação por efeito dominó pode também ser designada por QADS e assume-se como um acidente (evento primário) que se propaga aos equipamentos próximos desencadeando outros eventos (eventos secundários), com consequências piores do que as do primeiro acidente. O efeito dominó considera quatro parâmetros, nomeadamente o cenário acidental primário que desencadeia o efeito dominó, o efeito de programação que segue o primeiro acidente devido ao agravamento do cenário inicial, um ou mais cenários de acidentes secundários, na mesma ou noutras unidades de instalação e o agravamento das consequências do cenário primário devido ao cenário secundário (Marhavilas *et al.*, 2011).

A análise quantitativa efetuada pelo método CREA engloba 5 etapas, ou seja, a identificação de atividades, a descrição de atividades (análise de tarefas), a identificação de modos de erros (análise de ações ou decisões incorretas), a avaliação dos riscos (índice de

risco de cada atividade ou processo) e a análise organizacional de causas (análise de fatores que influenciam os modos de erros) (Trucco *et al.*, 2006 *cit.* Marhavidas *et al.*, 2011).

Os **métodos semi-quantitativos** atribuem índices às situações de risco previamente identificadas. Quando a avaliação pelos métodos quantitativos é insuficiente, é preferível optar-se por métodos semi-quantitativos, visto que os métodos qualitativos são complexos e não justificam os custos que lhes estão associados (Carvalho, 2007 *cit.* Carneiro, 2011).

O método de avaliação *Human Error Analysis Techniques* (HEAT) ou *Human Factor Event Analysis* (HFEA) permite concluir que o erro humano é reconhecido como a principal causa de acidentes ou incidentes sérios. O principal objetivo desta técnica consiste em determinar as causas do erro humano, os fatores que influenciam o desempenho humano e a probabilidade destes erros ocorrerem (Attwood *et al.*, 2006-a, Attwood *et al.*, 2006-b; Baysari *et al.*, 2008; Hollywell, 1996; Kontogiannis, 1999; Kontogiannis *et al.*, 2009 *cit.* Marhavidas *et al.*, 2011).

Relativamente ao método de avaliação *Fault-tree Analysis* (FTA), este foca-se essencialmente num acidente ou incidente de forma particular, e fornece um método para determinar as suas causas. Esta técnica, por sua vez pode representar a nível gráfico a interação entre as falhas de equipamentos e o acidente específico (Marhavidas *et al.*, 2011).

O método *Event Tree Analysis* (ETA) é uma técnica que utiliza árvores de decisões e desenvolve modelos visuais dos resultados possíveis de um evento inicial. Além disso, é uma representação gráfica que identifica e quantifica os resultados possíveis, após o evento inicial (Ayyub, 2003; Beim *et al.*, 1997; Hong *et al.*, 2009 *cit.* Marhavidas *et al.*, 2011).

No que diz respeito ao método de avaliação *Risk-based Maintenance* (RBM), este é aplicado a todo o tipo de riscos, independentemente das suas características. A sua descrição qualitativa é afetada pela qualidade do estudo das consequências e a previsão das estimativas da probabilidade de falha. A metodologia do RBM encontra-se dividida em três fases principais, sendo elas a determinação dos riscos (desenvolvimento dos cenários de risco, avaliação de consequências, análise probabilística e estimativa de risco), a avaliação de risco (configuração de critérios de aceitação e comparação do risco) e o plano de manutenção (estimativa da duração e reavaliação do risco) (Khan *et al.*, 2003 *cit.* Marhavidas *et al.*, 2011).

Os **métodos qualitativos** permitem efetuar a valoração do risco a partir de uma análise qualitativa. Tais métodos têm como principal finalidade identificar todo o tipo de perigos e efeitos potenciais dos perigos (Cabral, 2011). Tal como se pode observar na Figura 9 existem vários métodos qualitativos, nomeadamente a lista de verificação, a análise *What-if*, as auditorias de segurança, a análise das tarefas, a *Sequentially Timed Event Plotting* (STEP) e o *Hazard and Operability Study* (HAZOP).

A lista de verificação é uma avaliação sistemática de critérios pré-estabelecidos, sobretudo na forma de uma ou mais listas de verificação, tendo em conta a enumeração de questões sobre o funcionamento, a organização, a manutenção e outras áreas de segurança, e representa o método mais simples para a identificação de perigos. As principais características deste método são (Arvanitogeorgos, 1999; Ayyub, 2003; Harms-Ringdahl, 2001; Marhavidas *et al.*, 2009; Reniers *et al.*, 2005 *cit.* Marhavidas *et al.*, 2011):

- Aproximação sistemática construída com base no conhecimento de perguntas anteriores;
- É aplicável a qualquer sistema ou atividade, incluindo equipamentos e erros humanos;
- É realizado por um indivíduo treinado para compreender as questões da lista;
- É baseado, principalmente em entrevistas, relatórios e inspeções;
- Gera listas de conformidade ou não-conformidade, com correções para as não-conformidades;
- A qualidade da avaliação é determinada pela experiência da pessoa;
- É utilizada para análises de elevado nível ou muito detalhadas;
- É utilizado como complemento de outros métodos, tais como a análise *What-if*.

Contudo, este método apresenta algumas limitações, ou seja, a análise da lista de verificação baseia-se nas perguntas das mesmas, mas caso falhe algum ponto importante a análise irá ignorar alguns pontos fracos e as informações são apenas qualitativas, não havendo estimativas relacionadas com o risco.

A análise *What-if* utiliza questões amplas e estruturadas que tornam possível a identificação de condições anormais que possam gerar situações de risco, e determina o que pode correr mal e julga as consequências dessas situações (Ayyub, 2003; Doerr, 1991; Reniers *et al.*, 2005 *cit.* Marhavidas *et al.*, 2011). Este método é aplicável a qualquer

atividade ou sistema e é normalmente utilizado em conjunto com outras técnicas. O procedimento utilizado para a análise *Whati-if*, consiste em (Marhavilas *et al.*, 2011):

- Definir claramente e especificar os limites de risco e a informação necessária;
- Especificar a área de interesse que a análise irá abordar (saúde, ambiental e económica);
- Subdividir a área de interesse nos elementos principais;
- Gerar perguntas “E se...?” para cada elemento ou sistema;
- Responder a cada pergunta e desenvolver recomendações para melhorar;
- Se for necessário mais detalhe, é fundamental subdividir os elementos;
- Usar resultados na tomada de decisões e implementar as recomendações que visam melhorar o sistema.

As auditorias de segurança são procedimentos utilizados para inspecionar uma instalação, um processo ou uma planta. Também permite identificar as condições dos equipamentos ou procedimentos operacionais que podem originar acidentes e danos na propriedade ou impactes ambientais (Ayyub, 2003 *cit.* Marhavilas *et al.*, 2011). É de referir que um auditor ou uma equipa de auditoria tem como principal objetivo rever as características, as condições e procedimentos operacionais, as medidas de segurança e os programas de gestão de risco. Contudo, o resultado de uma auditoria é um relatório que fornece uma visão geral do desempenho relativamente à segurança (Harms-Ringdahl, 2001; Reniers *et al.*, 2005 *cit.* Marhavilas *et al.*, 2011).

A análise de tarefas é um processo que avalia a forma como as pessoas executam as tarefas no seu ambiente de trabalho (Brauckler *et al.*, 1998; Doytchev *et al.*, 2008; Kirwan, 1994; Kontogiannis, 2003; Landau *et al.*, 1998 *cit.* Marhavilas *et al.*, 2011). A análise de tarefas envolve o estudo das atividades e comunicações realizadas por parte dos operadores e das suas equipas, a fim de alcançar um sistema objetivo. Como resultado dessa análise ir-se-á obter um modelo de tarefas, que envolve três fases, nomeadamente o coletar de dados sobre as intervenções humanas, a representação dos dados e a comparação entre as exigências e a capacidade do sistema operador. O principal objetivo deste método de avaliação consiste em garantir a compatibilidade entre as exigências e as capacidades do sistema operador (Brauckler *et al.*, 1998; Landau *et al.*, 1998 *cit.* Marhavilas *et al.*, 2011).

O método de avaliação STEP é uma técnica que permite efetuar a reconstrução dos passos que provocam dano, através de uma sequência de acontecimentos que contribuíram para o acidente. É de salientar que este método permite identificar o início do acidente e os blocos de construção de acontecimentos elementares que contêm informação acerca do tempo de início, da duração do acidente, do agente causador, da descrição do evento ou o nome da fonte que forneceu esta informação. Numa segunda fase, os eventos são interligados por setas, sendo estas de entrada e de saída. As setas convergentes representam a dependência entre os eventos, enquanto que as setas divergentes representam o impacto sobre eventos seguintes (Hedrick *et al.*, 1987; Kontogiannis *et al.*, 2000 *cit.* Marhavidas *et al.*, 2011).

O método HAZOP permite identificar e documentar os riscos através do pensamento imaginativo e utiliza um processo sistemático para garantir que as proteções estão no local para ajudar a prevenir acidentes e identificar possíveis desvios relativamente ao funcionamento normal. Logo, o principal objetivo consiste em examinar linhas de processo, através da identificação de perigos com o intuito de evitar problemas. A sua aplicação é indicada na implementação de novos processos ou em alguma alteração no processo (Ayyub, 2003; Baysari *et al.*, 2008; Harms-Ringdahl, 2001; Hong *et al.*, 2009; Khang *et al.*, 1997; Labovsky *et al.*, 2007; Yang *et al.*, 2005 *cit.* Marhavidas *et al.*, 2011).

Contudo, na presente dissertação ir-se-á utilizar o método de avaliação qualitativo, designado por matriz simples CRAM 4×4. Tal como o nome indica, este método recorre a uma matriz integrada, tendo em conta a probabilidade e a severidade, numa escala de 4 níveis. A escolha deste método deve-se essencialmente à sua simplicidade de aplicação, sendo este utilizado na avaliação de riscos apresentada no capítulo 4 e 6 (Carvalho, 2007 *cit.* Pires, 2013).

Seguidamente apresentam-se as escalas de avaliação utilizadas.

Tabela 2: Escala da Severidade – Método matriz simples de CRAM (Pires,2013).

Severidade	
Baixa	Acidente/doença sem paragem de trabalho.
Média	Acidente/doença com paragem de trabalho.
Alta	Acidente/doença com incapacidade permanente parcial.
Muito Alta	Acidente/doença mortal

Tabela 3: Escala da Probabilidade – Método matriz simples de CREAM (Pires,2013).

Probabilidade	
Baixa	Rara ou fraca frequência e/ou duração de exposição combinada com fraca probabilidade de aparecimento de um acontecimento perigoso.
Média	Rara ou fraca frequência e/ou duração de exposição combinada com elevada probabilidade de aparecimento de um acontecimento perigoso.
Alta	Frequente ou longa duração de exposição combinada com fraca probabilidade de aparecimento de um acontecimento perigoso.
Muito Alta	Frequente ou longa duração de exposição combinada com elevada probabilidade de aparecimento de um acontecimento perigoso.

Para a determinação do nível de risco recorreu-se a uma matriz, que se encontra esquematizada na Tabela 4, onde se realiza a combinação entre a Severidade e a Probabilidade (Pires, 2013).

Para a concretização da valorização de risco o método dispõe de uma escala de índice de risco constituída por 3 níveis, que definem a prioridade de intervenção (Pires, 2013).

Salienta-se que o processo de hierarquização dos riscos é efetuado de forma não simétrica (Pires, 2013).

Tabela 4: Tabela exemplo de avaliação do nível de risco, segundo o método da matriz CREAM.

Probabilidade	Severidade			
	Baixa	Média	Alta	Muito alta
Baixa				
Média				
Alta				
Muito alta				

Tabela 5: Índice de risco.

Probabilidade	
	Muito baixa
	Média
	Muito alta

**Capítulo 4 –
Prevenção de Riscos
Em Edifícios LEED**

4. PREVENÇÃO DE RISCOS EM EDÍFICIOS LEED

4.1. Enquadramento

O sistema LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) foi desenvolvido nos Estados Unidos da América, em 1999, como sendo um sistema de classificação de desempenho ambiental consensual e orientado para o mercado, tendo como principal objetivo desenvolver e implementar práticas de projeto e construção ambientalmente responsáveis. É de salientar que este método é o mais divulgado e utilizado nos Estados Unidos da América, devido à sua fácil implementação enquanto ferramenta de projeto (LEED, 2009 *cit.* Sousa, 2012).

4.2. Prevenção

Estudos recentes descobriram que a construção de edifícios segundo o sistema LEED contribuem para a ocorrência nos trabalhadores de uma taxa de lesões relativamente elevada, comparativamente com os edifícios que não são LEED. Segundo estes estudos é importante referir que os edifícios LEED apresentam maiores riscos para os trabalhadores da construção. Assim sendo, é necessário identificar e descrever as estratégias para minimizar os riscos, ou seja reduzir os riscos associados à conceção e construção de projetos sustentáveis de alto desempenho. Com a introdução de estratégias de gestão da segurança para a conceção e construção, é possível verificar uma redução dos riscos associados às características do projeto e aos meios e métodos de construção para alcançar a certificação LEED (Dewlaney *et al.*, 2012).

Os projetistas e os construtores identificam a pré-fabricação e a utilização de materiais alternativos, como métodos para minimizar e/ou evitar lesões diretamente relacionadas com os perigos resultantes da construção sustentável. É importante salientar que estes resultados foram obtidos através da realização de entrevistas a trabalhadores deste setor. Os profissionais podem utilizar esses resultados para aumentar a segurança dos trabalhadores da construção, uma vez que se trata de um aspeto de sustentabilidade que não foi abordado no programa LEED. Por sua vez, podem utilizar as técnicas descritas anteriormente, como ponto de partida para a análise do ciclo de vida, ao nível da segurança, de edifícios sustentáveis (Dewlaney *et al.*, 2012).

Os resultados deste estudo foram obtidos a partir de 26 entrevistas, indicando que as atividades que apresentam maior risco são: as intervenções em áreas industriais degradadas, o controlo da qualidade das águas pluviais, o efeito de ilha de calor nas coberturas, as tecnologias inovadoras para o tratamento das águas residuais, a otimização do desempenho energético, a energia renovável, a coexistência em obra de um grande número de pessoas que não estão familiarizadas com os processos construtivos, a gestão de resíduos de construção, os sistemas de monitorização do ar exterior, o plano de gestão da qualidade do ar interior, a diminuição da utilização de materiais adesivos e selantes, o controlo interior das fontes químicas e poluentes, o controlo do sistema de iluminação e a utilização de 75% da luz natural nos espaços (Dewlaney *et al.*, 2012).

As atividades referidas anteriormente acarretam alguns riscos para os trabalhadores, durante a sua execução, pelo que é necessário implementar algumas medidas preventivas para que possam ser minimizados.

Tabela 6: Perigos associados as edifícios LEED (Dewlaney *et al.*, 2012).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Atividade	Riscos	Medidas Preventivas
Áreas industriais degradadas	Exposição a substâncias nocivas e quedas	Para minimizar tais riscos é necessário recorrer-se à utilização de impermeabilizações e revestimentos plásticos. Também se deve proceder à lavagem do equipamento no final da sua utilização para diminuir a exposição a determinadas substâncias, e deve-se usar equipamentos de proteção respiratória e de proteção individual.
Controlo da qualidade das águas pluviais	Quedas e soterramento devido à escavação e abertura de valas para colocação de bacias de retenção	Os riscos associados aos trabalhos em valas podem ser reduzidos através da adequada sinalização e devem ser evitadas todas as atividades perto desses locais. A realização da sua abertura deve ser executada por profissionais especializados, e deve existir proteção contra derrocadas.

Tabela 6: Perigos associados as edifícios LEED (cont.) (Dewlaney *et al.*, 2012).

Atividade	Riscos	Medidas Preventivas
Efeito de ilha de calor na cobertura	Quedas e tensão ocular	Para mitigar tais riscos é necessário recorrer-se à utilização de membranas cinzentas para diminuir a reflexibilidade dos materiais e da energia solar, e se possível deve recorrer-se a coberturas pré-fabricadas para diminuir o brilho ou a superfícies texturizadas (borracha) nos locais com maior tráfego de pessoas para aumentar a adesão. Para diminuir a tensão ocular dever-se-á usar óculos de sol. Outro fator importante é a sinalização de segurança para avisar que o telhado produz brilho.
Tecnologias inovadoras para o tratamento de águas residuais	Quedas e exposição a produtos químicos perigosos	Para minimizar tais riscos é necessário implementar medidas de segurança contra quedas, nomeadamente guarda-corpos. Relativamente à exposição a produtos químicos perigosos é fundamental a utilização de luvas e de proteções das vias respiratórias e os sistemas devem estar devidamente isolados. Os trabalhadores devem ter formação para desempenharem as tarefas com segurança.
Otimização do desempenho energético	Quedas (pessoas e objetos)	Os riscos associados à otimização do desempenho energético podem ser reduzidos através da utilização de proteções anti-quedas e através da utilização de equipamentos de proteção individual (capacete).
Energia renovável	Quedas e lesões devido ao esforço físico excessivo	Para minimizar as quedas pode proceder-se à colocação de painéis no terreno. Caso não seja possível dever-se-á utilizar guarda-copos para evitar as quedas em altura. Relativamente ao esforço físico excessivo este pode ser minimizado através da utilização de equipamentos de elevação e movimentação de cargas.

Tabela 6: Perigos associados as edifícios LEED (cont.) (Dewlaney *et al.*, 2012).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Atividade	Riscos	Medidas Preventivas
Coexistência em obra de um grande número de pessoas que não estão familiarizadas	Quedas (pessoas e de materiais)	Para evitar que as pessoas que não estão familiarizadas com os processos construtivos sejam atingidas por materiais, devem utilizar corretamente os equipamentos de proteção individual, nomeadamente capacete e botas de proteção e devem circular apenas por zonas onde não haja o risco de serem atingidos.
Gestão de resíduos de construção e demolição	Lesões	Em obra devem-se usar vazadouros adequados para a deposição dos resíduos e contratar a sua rápida condução a vazadouro licenciado, a reciclagem ou reutilização, por entidade licenciada. Também se deve minimizar a exposição dos trabalhadores aos riscos.
Sistema de monitorização do ar exterior	Riscos de queda em escadas	Uma forma de minimizar tais riscos é através da incorporação dos sistemas de monitorização no processo de fabricação. Outra forma de os minimizar é através da utilização de escadas de forma correta, ao nível de posicionamento e da resistência para suportar o peso a que vai estar sujeita.
Gestão da qualidade do ar interior	Quedas em escadas e esforço físico excessivo	Para minimizar os riscos de quedas deve-se usar as escadas de forma correta, ao nível de posicionamento e da verificação da sua capacidade de suporte do peso a que vai estar sujeita. Para evitar esforço físico excessivo deve-se recorrer a equipamentos de elevação e transporte de cargas.
Diminuir a utilização de materiais adesivos e selantes	Exposição a poeiras	Para tais riscos pode-se utilizar materiais naturais ou outros que evitem o uso de adesivos de origem química.

Tabela 6: Perigos associados as edifícios LEED (cont.) (Dewlaney *et al.*, 2012).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Atividade	Riscos	Medidas Preventivas
Controlo interior de fontes químicas e poluentes	Exposição dos ocupantes do edifício a partículas perigosas e poluentes químicos e risco de queda (trabalhos em altura) advindos da instalação de canalizações	Para evitar contacto entre os ocupantes e determinadas partículas perigosas é necessário criar sistemas adequados de ventilação e instalar o sistema de AVAC em zonas não elevadas (por exemplo: por baixo do pavimento).
Controlo do sistema de iluminação	Eletrização ou eletrocussão	Deve-se usar elementos de iluminação pré-fabricados e sensores a uma altura acessível a partir do chão e não em zonas elevadas como os tetos.
Espaços com 75% de luz natural	Quedas perto de aberturas e esforço físico excessivo para a instalação de claraboias	Para mitigar tais riscos é fundamental utilizar-se vidro temperado para evitar lacerações graves e sistemas de elevação dos sistemas de iluminação natural. Também se deve recorrer a barreiras protetoras em torno das aberturas e ao uso de equipamentos auxiliares para manuseamento do vidro mais pesado.

Através da análise da Tabela 6 é possível verificar os riscos provenientes da execução de determinadas atividades para obtenção de edifícios LEED, sendo os riscos mais evidentes os que resultam de quedas. Para mitigar os riscos referidos é necessário aplicar as medidas preventivas apresentadas, pois estas permitem reduzir ou evitar tais riscos e os consequentes danos ao nível dos intervenientes.

Em Portugal foi desenvolvido o sistema LiderA- sistema voluntário para a sustentabilidade dos ambientes construídos, pelo que será este sistema que se irá abordar na presente dissertação, tendo em conta todas as suas vertentes e o seu contributo (positivo e negativo) para a prevenção de riscos.

Capítulo 5 -

LiderA

5. LIDERA – SISTEMA VOLUNTÁRIO PARA A SUSTENTABILIDADE DOS AMBIENTES CONSTRUIDOS

5.1. Enquadramento

A sustentabilidade é cada vez mais um aspeto a ter em consideração durante o desenvolvimento e exploração de ambientes construídos. Assim sendo, a Eco-construção ou Construção Sustentável atualmente é considerada como um novo conceito, que dispõe de inúmeras perspetivas que recorrem a sistemas que apoiam a certificação de ambientes construídos assentes nos princípios ecológicos e na criação de boas condições de conforto e vivências socioeconómicas (Pinheiro, 2011-a).

As formas práticas de avaliar e reconhecer a construção sustentável são cada vez mais uma realidade nos diferentes países, realçando aqueles que incentivam este tipo de construção através de sistemas de mercado que abrangem desde os edifícios, aos ambientes construídos e até às comunidades sustentáveis (Pinheiro, 2011-a).

Existem vários sistemas que avaliam a construção sustentável tendo sido desenvolvidos no Reino Unido, Estados Unidos da América, Austrália, Canadá, França, Alemanha, Japão, entre outros. Em Portugal, no âmbito do projeto de investigação realizado no Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura do Instituto Superior Técnico, têm sido desenvolvidas bases de apoio ao desenvolvimento, avaliação, certificação e gestão da construção sustentável (Pinheiro *et al.*, 2002 *cit.* Pinheiro, 2009; Pinheiro, 2004 *cit.* Pinheiro, 2009; Pinheiro *et al.*, 2005 *cit.* Pinheiro, 2009; Pinheiro, 2006; Pinheiro, 2008).

O Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura do Instituto Superior Técnico, com o apoio da Inovação e Projetos em Ambiente, Lda (IPA), desenvolveu no ano 2000 vários trabalhos de apoio técnico à construção sustentável, nomeadamente o projeto LiderA (acrónimo de liderar pelo ambiente a procura da sustentabilidade na construção). Atualmente, o sistema LiderA é uma marca registada portuguesa e tem como principal finalidade apoiar o desenvolvimento de planos e projetos que procurem a sustentabilidade, avaliar o nível de sustentabilidade nas diferentes fases do ciclo de vida de um edifício, apoiar a gestão na fase de construção e operação e certificar através de uma avaliação independente (Pinheiro, 2006).

Em 2005, foi publicada a primeira versão do LiderA, sendo esta destinada ao edificado e respetivo espaço envolvente. Posteriormente desenvolveu-se uma nova versão que permite a extensão da aplicação do sistema, ou seja, o sistema não é simplesmente aplicado ao edificado, mas sim ao ambiente construído, nomeadamente a espaços exteriores e aos utentes numa ótica de comunidades sustentáveis (Ganhão, 2011).

Salienta-se que desde 2005, o sistema foi utilizado em diferentes tipos de projetos e por diferentes agentes, tendo certificado empreendimentos desde a fase de plano e projeto até à fase de transação (Pinheiro, 2011-a). Em seguida, apresentam-se as principais características deste sistema, relativas à versão atual (V 2.0).

5.2. Sistema LiderA

O LiderA é um sistema assente no conceito de reposicionar o ambiente na construção, segundo a perspetiva da sustentabilidade, assumindo-se como um sistema para liderar pelo ambiente. Este sistema encontra-se organizado por vertentes, onde se incluem diferentes áreas de intervenção, sendo estas operacionalizadas através de critérios que permitem orientar e avaliar o nível de sustentabilidade (Pinheiro, 2011-a), tendo como base os seguintes princípios (Pinheiro, 2009):

- Valorizar a dinâmica local e promover uma integração apropriada;
- Promover a eficiência no uso de recursos;
- Minimizar o impacto das cargas (quer em valor, quer em toxicidade);
- Garantir a qualidade do ambiente (conforto ambiental);
- Incentivar as vivências socioeconómicas sustentáveis;
- Assegurar a melhor utilização sustentável dos ambientes construídos através da gestão ambiental e da inovação.

A concretização dos princípios referidos anteriormente é efetuada através da avaliação de 6 indicadores, subdivididos em 22 parâmetros (Figura 10) (Pinheiro, 2011-a).



Figura 10: Esquema dos indicadores e parâmetros do sistema LiderA (Pinheiro, 2011 -b).

5.3. Critérios do Sistema LiderA

Para se aplicarem os princípios referidos em cada vertente, é necessário ter em consideração a sua precisão e pormenorização para as diferentes áreas, em termos de critérios que possam ser usados para liderar o desenvolvimento de soluções ambientalmente adequadas (Pinheiro, 2006).

Como apoio à procura da sustentabilidade, propõe-se um conjunto de critérios nas diferentes áreas que operacionalizam os aspetos a ter em consideração em cada uma e que pressupõem que as exigências legais são cumpridas sendo tomadas como requisitos fundamentais mínimos, incluindo a regulamentação usada no edificado (Pinheiro, 2011-a).

5.3.1. Vertente Integração Local

A localização dos empreendimentos é um fator importante e inicial para o seu desenvolvimento, sobretudo no que diz respeito à ocupação do solo e às alterações ecológicas do território. Também existe a necessidade de valorizar o território, a rede ecológica, a paisagem e o património. Estes estão relacionados com a escolha do local e determinam o desempenho ambiental de qualquer edifício, empreendimento ou zona (Pinheiro, 2011-a).

Tabela 7: Integração local: áreas e critérios de base considerados (Pinheiro, 2011-b).

Vertente	Área	WI	Pré-req.	Critério	Nº de critério
Integração Local 6 Critérios 14%	Solo	7%	S	Valorização territorial	C1
			S	Otimização ambiental da implantação	C2
	Ecossistemas naturais	5%	S	Valorização ecológica	C3
			S	Interligação de habitats	C4
	Paisagem e património	2%	S	Integração paisagística	C5
			S	Proteção e valorização do património	C6

Nota: *Pré-Req.* - Pré Requisito a ser obrigatoriamente adotado se indicado que sim (S).

Os critérios relacionados com o local de integração de um empreendimento salientam os seguintes aspetos (Pinheiro, 2011-a):

Valorização territorial (C1) – preferencialmente, deve construir-se em locais que possibilitem reduzir os impactes ao nível dos solos e da sua utilização. Também deve gerar a sustentabilidade na zona de instalação e valorizar as características ambientais globais, nomeadamente as climáticas (temperatura, precipitação, ventos, orientação solar, entre outros). A possibilidade de valorizar um local, infraestruturas ou edifícios degradados é um fator relevante, ao qual se deve dar prioridade.

Otimização ambiental da implantação (C2) – por um lado, deve ser minimizado, ou seja, não se deve ultrapassar os limites de altura nas estruturas construídas relativamente ao estabelecido para a zona. Por outro lado, deve adaptar a área de implantação do edifício e os espaços construídos para garantir a sua boa implantação, tendo em conta as sensibilidades ambientais do espaço.

Valorização ecológica (C3) – o valor ecológico dos locais pode ser minimizado. Todavia, as intervenções humanas podem aumentar o valor existente, quando efetuadas adequadamente. Este aumento pode ocorrer através do aumento da biodiversidade local e das zonas naturalizadas. Também devem ser garantidas as funções ecológicas do solo, principalmente a capacidade de suporte das atividades ecológicas do ciclo da água, tais como a drenagem, a infiltração das águas e a proteção das zonas mais suscetíveis à ocorrência de erosão.

Interligação de habitats (C4) – o ambiente construído deve integrar e respeitar as zonas naturais existentes para diminuir a afetação das mesmas, através da salvaguarda dos habitats naturais importantes. Esta medida pretende reduzir a destruição da biodiversidade e das zonas naturais, permitindo preservar os habitats e evitar a fragmentação ecológica.

Integração paisagística (C5) – importante contributo para a valorização da paisagem construída e se possível, estabelecendo uma ligação entre a paisagem naturalizada no seu redor e o ambiente construído. Esta integração deve obedecer às dinâmicas naturais e urbanísticas existentes.

Proteção e valorização do património (C6) – este item abrange o património construído. Apresenta grande influência na identidade e características do local e como tal, deve ser conservado e valorizado, ou seja, reabilitado ou restaurado. Deve assegurar a adoção de práticas de conservação e incentivar a preservação e a valorização do ambiente construído em causa, assim como dos edifícios, zonas e espaços envolventes, sobretudo através da implementação de formas arquitetónicas que se integrem com os mesmos e com o meio envolvente.

5.3.2. Vertente Recursos

O consumo de recursos como a energia, a água, os materiais e os recursos alimentares é uma vertente que, numa perspetiva da sustentabilidade, tem um papel essencial para o equilíbrio do meio ambiente, uma vez que os impactes podem ser muito significativos e podem aparecer nas diversas fases do ciclo de vida dos empreendimentos (Pinheiro, 2011-a).

A possibilidade de produção alimentar pontual não afeta diretamente a operação dos edifícios nem as zonas, mas pode contribuir de forma pontual para a disponibilização de alimentos, para a ocupação de tempo ligada à natureza e para a minimização da pegada do transporte, sendo por isso um aspeto a considerar (Pinheiro, 2011-a).

Tabela 8: Eficiência no consumo de recursos: áreas e critérios de base considerados (Pinheiro, 2011-b).

Vertente	Área	WI	Pré-req.	Critério	Nº de critério
Recursos 9 Critérios 32%	Energia	17%	S	Eficiência nos consumos e certificação energética	C7
			S	Desenho passivo	C8
			S	Intensidade em carbono	C9
	Água	8%	S	Consumo de água potável	C10
			S	Gestão das águas locais	C11
	Materiais	5%	S	Durabilidade	C12
			S	Materiais locais	C13
			S	Materiais de baixo impacte	C14
	Produção alimentar	2%	S	Produção local de alimentos	C15

Nota: *Pré-Req.* - Pré Requisito a ser obrigatoriamente adotado se indicado que sim (S).

Relativamente à vertente dos recursos, os principais critérios a ter em consideração são os seguintes (Pinheiro, 2011-a):

Eficiência nos consumos e certificação energética (C7) – relacionado com o consumo energético e com o desempenho da certificação energética ao nível do edificado (Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar). Permite analisar as necessidades energéticas dos edifícios relativamente às condições normais de conforto, através da implementação de medidas que minimizem o consumo de energia.

Desenho passivo (C8) – as soluções passivas podem ser a principal componente de uma abordagem eficiente e de redução das necessidades de consumo. Assim sendo, devem-se adotar estratégias passivas para reduzir as necessidades de energia, ao nível do edificado. Relativamente ao espaço exterior, é importante realçar a utilização de mecanismos passivos.

Intensidade em carbono (C9) – a intensidade de carbono estabelece o balanço de carbono emitido face ao uso de energia, proveniente de energias renováveis ou não renováveis. A situação ideal consiste em otimizar o uso de energia proveniente de fontes renováveis e a eficiência dos equipamentos.

Consumo de água potável (C10) – o uso sustentável da água pressupõe uma estratégia de redução dos consumos. Pode ser obtida através do uso correto da água, bem como na eficiência dessa mesma utilização, que pode ser intensificada através da implementação de mecanismos de reutilização das águas ou, se possível, utilizar as águas de menor qualidade associadas aos fins a que se destinam.

Gestão das águas locais (C11) – é essencial contribuir para o ciclo natural da água, através da naturalização da gestão das águas no local, principalmente para não aumentar as escorrências superficiais e mitigar os eventuais efeitos de picos/cheias em situações de pluviosidade. Deve criar-se um sistema naturalizado de gestão de águas pluviais, que possibilite a sua infiltração e drenagem para linhas de água naturais e a retenção de poluentes em zonas com possíveis contaminantes.

Durabilidade (C12) – o consumo dos materiais encontra-se diretamente relacionado com a durabilidade dos materiais e dos ambientes construídos, sendo por isso relevante a importância dos materiais na questão da durabilidade, sobretudo nos acabamentos, nas redes prediais entre outras. Numa estratégia de sustentabilidade, a durabilidade dos ambientes construídos deve ser aumentada, sendo desta forma minimizado o consumo de materiais de construção e os encargos ambientais que estão relacionados com as fases de renovação e demolição dos ambientes construídos existentes e da construção dos novos ambientes construídos.

Materiais locais (C13) – a disponibilidade e uso de materiais locais (até um máximo de 100 km), pode atenuar as necessidades de transporte, incluindo os gastos de energia e as emissões. Também permite fomentar a integração da construção e a dinâmica da economia local.

Materiais de baixo impacto (C14) – pretende incentivar o uso de materiais com baixo impacto ambiental, através do recurso a materiais certificados ambientalmente, pelo rótulo ecológico ou por outros sistemas de certificação reconhecidos. Para além do referido, também pretende incentivar o uso de materiais reciclados ou materiais com melhor desempenho ambiental.

Produção local de alimentos (C15) – pretende gerar situações pontuais onde é possível promover o aparecimento local de alimentos, tais como ervas aromáticas, árvores de fruto, no limite as hortas sociais, sendo importante salientar os espaços exteriores e pontualmente no interior do edificado. Essa produção local pode levar a uma dinâmica ecológica e ao

aparecimento de alimentos locais, embora essa produção seja feita de forma reduzida, uma vez que a disposição das zonas construídas não é para produzir alimentos. Assim sendo, existe uma contribuição para uma maior sustentabilidade.

5.3.3. Vertente Cargas Ambientais

Os impactes de cargas originados pelos ambientes construídos e pelas atividades associadas resultam das emissões de efluentes líquidos, das emissões atmosféricas, dos resíduos sólidos e semissólidos gerados, do ruído e complementarmente da poluição ilumino-térmica. Assim sendo, esta vertente foca-se essencialmente nos edifícios e nas estruturas construídas, bem como na relação que existe entre estes e o meio exterior (Pinheiro, 2011-a).

Tabela 9: Cargas ambientais: áreas e critérios de base considerados (Pinheiro, 2011-b).

Vertente	Área	WI	Pré-req.	Critério	Nº de critério
Cargas Ambientais 8 Critérios 12%	Efluentes	3%	S	Tratamento das águas residuais	C16
			S	Caudal de reutilização de águas usadas	C17
	Emissões atmosféricas	2%	S	Caudal de emissões atmosféricas	C18
	Resíduos	3%	S	Produção de resíduos	C19
			S	Gestão de resíduos perigosos	C20
			S	Valorização de resíduos	C21
	Ruído exterior	3%	S	Fontes de ruído para o exterior	C22
	Poluição ilumino-térmica	1%	S	Poluição ilumino-térmica	C23

Nota: *Pré-Req.* - Pré Requisito a ser obrigatoriamente adotado se indicado que sim (S).

Para as cargas ambientais, o sistema LiderA abrange os critérios que se apresentam em seguida (Pinheiro, 2011-a):

Tratamento das águas residuais (C16) – deve incentivar o uso de sistemas de tratamento local, para diminuir a pressão sobre as estações de tratamento municipais e, sempre que possível, deve recorrer a sistemas biológicos adequados e de baixa intensidade em energia e materiais (produtos de tratamento). As fito-ETAR’s são um dos bons exemplos para

tratamento de águas residuais cujos efluentes podem ser posteriormente reutilizadas (ver C17).

Caudal de reutilização de águas usadas (C17) – uma das possibilidades para reduzir o consumo de água consiste em reutilizar as águas residuais (águas cinzentas) nas atividades que não necessitem de água potável, principalmente em autoclismos, água de processo, irrigação e lavagem de pavimentos exteriores, entre outras atividades. É importante destacar a utilização deste tipo de águas para a rega e lavagem de espaços exteriores.

Caudal de emissões atmosféricas (C18) – este parâmetro aplica-se sobretudo ao nível das partículas e/ou substâncias com potencial acidificante (emissão de SO₂ e NO_x). Estas partículas provêm das atividades de combustão, sendo por isso fundamental reduzir essa emissões na sua fonte. Neste sentido, devem ser respeitadas todas as especificações legais estabelecidas para reduzir as fontes e as cargas de emissões atmosféricas.

Produção de resíduos (C19) – a minimização da produção de resíduos na sua generalidade e nas diversas fases de construção ou vida do empreendimento deve ser encarada como um objetivo a atingir. Desde logo, é necessário definir as técnicas, as soluções e os materiais que permitem reincorporar os resíduos ou que sejam produzidos em menores quantidades. Esta medida só é eficaz se for ajustada com todos os envolvidos no processo e se for ponderada em todas as fases do ciclo de vida dos ambientes construídos.

Gestão de resíduos perigosos (C20) – tem como principal finalidade selecionar os materiais e os seus resíduos, tendo em conta a possibilidade de produzir menos resíduos perigosos. Para tal, é essencial ter em conta as condições necessárias para o seu armazenamento e destino final adequado.

Valorização de resíduos (C21) – é necessário aumentar a percentagem de resíduos valorizados, sejam eles reciclados e/ou reutilizados, quer na construção, quer na operação ou ainda na demolição. Os resíduos reutilizados são aqueles que apresentam mais-valias, uma vez que a energia necessária para o seu processo de reaproveitamento pode ser relativamente menor, quando comparada com a energia utilizada nos materiais reciclados.

Fontes de ruído para o exterior (C22) – é essencial dispor de níveis de ruído ambientalmente aceitáveis, quer para a vida humana, quer para os animais. Este objetivo pode ser alcançado através do controlo das fontes de ruído para o exterior.

Poluição ilumino-térmica (C23) – o efeito de ilha de calor, provocado pelas variações do balanço térmico local, tem consequências a nível global. Este facto é comprovado pelas condições ambientais desagradáveis, quer pelo aumento da temperatura em alturas de calor, quer em condições inversas provocado por um rápido arrefecimento. Isto provoca desconforto e leva à colocação de proteções suplementares no edificado. Assim sendo, pretende-se minimizar as alterações térmicas decorrentes do edificado. Relativamente à iluminação, sobretudo no período noturno, apesar de parecer inofensiva constitui mais uma fonte de poluição que, no caso de não ser contida, pode interferir com os ecossistemas e com o progresso de algumas atividades humanas. Logo, é necessário mitigar esta fonte de poluição.

5.3.4. Vertente Conforto Ambiental

Atualmente é necessário que os edifícios e os ambientes exteriores respondam não só às exigências de eficiência energética, às de conforto dos utentes, pelo que a intervenção nesta área assume um papel importante e indispensável que deve ser analisado. Apesar de não existirem regras rígidas ou soluções únicas para criar ambientes que respondam às exigências de conforto, devem existir métodos de quantificação que apresentem a eficácia e a eficiência das soluções adotadas. Os fatores que se apresentam de seguida podem ser úteis na consideração de diversas escalas e questões, para facilitar a capacidade dos ocupantes em alterar e interagir com a qualidade do ar dos espaços interiores e com o ambiente térmico, luminoso e acústico (Pinheiro, 2011-a).

Tabela 10: Conforto ambiental: áreas e critérios de base considerados (Pinheiro, 2011-b).

Vertente	Área	WI	Pré-req.	Critério	Nº de critério
Conforto Ambiental	Qualidade do ar	5%	S	Níveis de qualidade do ar	C24
	Conforto térmico	5%	S	Conforto térmico	C25
4 Critérios 15%	Iluminação e acústica	5%	S	Níveis de iluminação	C26
			S	Conforto sonoro	C27

Nota: *Pré-Req.* - Pré Requisito a ser obrigatoriamente adotado se indicado que sim (S).

No que respeita especificamente ao ambiente interior, os critérios de base salientam os aspetos seguintes (Pinheiro, 2011-a):

Níveis de qualidade do ar (C24) – torna-se imprescindível avaliar os diversos elementos suscetíveis de influenciar essa qualidade, quer ao nível do interior do edificado (nomeadamente os fenómenos de ventilação natural, a emissão de COV's e as micro-contaminações), quer ao nível do exterior (condições de vento e principalmente, os níveis de qualidade do ar). A presença de vegetação pode contribuir para melhorar a qualidade do ar exterior.

Conforto térmico (C25) – pretende-se obter de forma passiva bons níveis de temperatura, de humidade e de velocidade do vento apropriados à ocupação e às atividades durante um determinado período do ano, para a maioria dos ocupantes. No exterior, também é necessário criar condições de conforto propício face às atividades presentes.

Níveis de iluminação (C26) – os níveis de iluminação ideais para os ambientes exteriores e interiores dos edifícios devem ter em conta as atividades que se desenvolvem em cada área e as características dos ocupantes. É importante utilizar a iluminação natural para estes fins.

Conforto sonoro (C27) – este critério pretende incitar a manutenção de níveis sonoros apropriados às atividades, tendo como principal finalidade atingir níveis de conforto acústico nos ambientes construídos. Permite minimizar o incómodo resultante do facto dos valores não se encontrarem dentro dos parâmetros adequados, levando à adoção de diversas soluções, incluindo a proteção das zonas de atividade.

5.3.5. Vertente Vivência Socioeconómica

A vivência socioeconómica é uma vertente que relaciona diretamente a sociedade com o espaço circundante. Os vários aspetos sociais e económicos que constituem esta vertente são (Pinheiro, 2011-a):

- A acessibilidade e a mobilidade, que abrangem o tipo e a facilidade de movimentos e deslocações efetuados pela população;
- Os custos no ciclo de vida, nomeadamente a relação entre o custo e a qualidade;

- A qualidade e o tipo de amenidades que constituem o espaço e que influenciam a qualidade de vida da população;
- O tipo de interação social que existe entre a população;
- A diversidade económica, que inclui uma maior ou menor variedade de espaços com diversos tipos de funções e economia;
- O controlo e a segurança garantem uma maior ou menor segurança da população e desta com o espaço circundante.

Os aspetos anteriormente referidos têm como principal finalidade assegurar de forma crescente uma estrutura e vivência socioeconómica mais versátil e eficiente para a qualidade de vida da população residente e flutuante.

Tabela 11: Vivência socioeconómica: áreas e critérios de base considerados (Pinheiro, 2011-b).

Vertente	Área	WI	Pré-req.	Critério	Nº de critério
Vivência Socioeconómica 13 Critérios 19%	Acesso para todos	5%	S	Acesso aos transportes públicos	C28
			S	Mobilidade de baixo impacte	C29
			S	Soluções inclusivas	C30
	Diversidade económica	4%	S	Flexibilidade - adaptabilidade aos usos	C31
			S	Dinâmica económica	C32
			S	Trabalho local	C33
	Amenidades e interação social	4%	S	Amenidades locais	C34
			S	Interação com a comunidade	C35
	Participação e controlo	4%	S	Capacidade de controlo	C36
			S	Condições de participação e governância	C37
			S	Controlo de riscos naturais (<i>safety</i>)	C38
			S	Controlo das ameaças humanas (<i>security</i>)	C39
	Custos no ciclo de vida	2%	S	Custos no ciclo de vida	C40

Nota: *Pré-Req.* - Pré Requisito a ser obrigatoriamente adotado se indicado que sim (S).

Os critérios de base referentes à adaptabilidade socioeconómica salientam os aspetos seguintes (Pinheiro, 2011-a):

Acesso aos transportes públicos (C28) – é importante criar condições para a utilização deste tipo de transporte, sobretudo os de carácter ecológico, bem como valorizar a proximidade aos transportes públicos e, se necessário, criar meios de transporte ecológico no empreendimento para assegurarem o acesso até ao respetivo nó de transporte.

Mobilidade de baixo impacte (C29) – reduzir a necessidade de transportes, promover o uso de meios de locomoção que apresentem baixos impactes através da criação de infraestruturas (pedonais e ciclovias) que possibilitem a sua utilização e a existência de estacionamento, são os aspetos mais relevantes a desenvolver na mobilidade do edificado.

Soluções inclusivas (C30) – é essencial suprimir as barreiras que muitas vezes existem nos edifícios e nos espaços exteriores, que impedem ou dificultam o acesso ao seu interior ou a partes deste, contribuindo assim para a alienação por parte dos membros da sociedade. Tal poderá ser eliminado através da realização de um planeamento cuidado das construções e das respetivas características, para prever a criação de zonas de acessibilidade para todos (sobretudo as pessoas com necessidades especiais), procurando assim soluções inclusivas.

Flexibilidade - adaptabilidade aos usos (C31) – devem existir zonas modulares e ajustáveis às necessidades evolutivas. Este aspeto contribui essencialmente para manter o ambiente construído e as zonas adaptadas às necessidades dos seus ocupantes e utilizadores, impedindo que a sua utilização se torne obsoleto ao fim de algum tempo e promover a sua capacidade de se adequar a diferentes utilizações.

Dinâmica económica (C32) – é relevante a existência de serviços, zonas e edifícios que disponham de atividades económicas, sendo assim é possível garantir a existência de atividades económicas e o respetivo acesso a diversos utilizadores.

Trabalho local (C33) – a possibilidade de existir postos de trabalhos situados nos ambientes construídos locais é relativamente importante, pois evita perdas de tempo nas deslocações. Esta medida permite melhorar a qualidade de vida e diminuir a poluição causada pelas deslocações pendulares dos seus residentes, caso o seu local de trabalho não se localize perto da residência.

Amenidades locais (C34) – a proximidade dos utentes às amenidades locais deve ser compreendida como uma mais-valia para os ambientes locais e, se o seu uso for racional e atender às capacidades dessas amenidades, ir-se-á originar uma relação *win-win* para as diversas partes. Logo, é importante valorizar as amenidades locais fomentando a sua presença e criação, a sua manutenção e acesso nas proximidades, mantendo as suas funções.

Interação com a comunidade (C35) – deverá ser possível à totalidade da população e à vizinhança desfrutar das infraestruturas e espaços que sejam gerados para o empreendimento ou edifício, podendo por sua vez promover atividades (por exemplo, desportivas e culturais) que possibilitem a participação dos residentes. Porém, devem permitir que haja uma interação destes com a comunidade adjacente, que incentivem relações de proximidade e vizinhança.

Capacidade de controlo (C36) – este é um aspeto principal, uma vez que os ocupantes devem ter a possibilidade de verificar os níveis de conforto, de acordo com as suas necessidades. Também é possível controlar determinadas funções no edificado, tais como ventilação (mecânica e natural) e os níveis de iluminação (artificial e natural), sendo que o controlo de ambos acaba por envolver o controlo da temperatura e humidade, concentração de poluentes e níveis de ruído, entre outros. Relativamente ao exterior, visa-se a adaptação às condições existentes, através da criação de zonas de sombra e proteção ao vento ou intempéries.

Condições de participação e governância (C37) – os utentes devem sugerir e participar de forma ativa nos processos de tomada de decisão para mudar a sua qualidade/modo de vida e as suas condições de conforto, uso e vivência do ambiente construído.

Controlo de riscos naturais (*safety*) (C38) – geralmente, a área e forma do espaço influenciam o seu tipo de uso, ou seja, um uso inadequado a estas características do espaço pode pôr em risco a utilização deste. As ações da natureza (catástrofes) naturais (ventos fortes, sismos, cheias, etc), as formas e os materiais que constituem o espaço e o empreendimento podem interferir com a segurança do utilizador. Para evitar que tal aconteça, devem ser tomadas medidas que minimizem os riscos, bem como os respetivos cuidados com os espaços exteriores.

Controlo das ameaças humanas (*security*) (C39) – é relevante pensar bem no tipo de espaço que se propõe num empreendimento e nas suas prováveis vivências e utilizações, pois permite reduzir as condições onde possam ocorrer riscos resultantes da presença de atividades e substâncias perigosas, de atos de criminalidade e de vandalismo, entre outros.

Custos no ciclo de vida (C40) – estabelece um parâmetro essencial e relevante para o sucesso e para a viabilidade de uma construção, sendo esta uma forma de aumentar a rentabilidade do edificado e dos ambientes construídos, e simultaneamente é minimizada a sua manutenção. Também se deve ter em conta as diversas fases dos edifícios (conceção, operação e demolição), mas a mais influente é a fase de operação, uma vez que esta representa o período mais longo em que sucede.

5.3.6. Vertente Uso Sustentável

A utilização sustentável está relacionada com a gestão dos aspetos ambientais, quer através da disponibilização de informação aos agentes envolvidos, quer através do sistema de gestão. Assim sendo, é possível garantir a consistência e a concretização dos critérios e soluções com reflexos no desempenho ambiental, uma dinâmica de controlo e melhoria contínua ambiental dos empreendimentos e a promoção da mudança (Pinheiro, 2011-a).

Entre os aspetos importantes, destacam-se o nível de informação que permite auxiliar a realização de boas condições de utilização e a sensibilização. Estes fatores contribuem essencialmente para a divulgação das práticas ambientais e asseguram que os empreendimentos e as respetivas zonas sejam adequadamente utilizados e adaptados, podendo também ser adaptados ao longo do tempo às necessidades dos seus utilizadores e ocupantes (Pinheiro, 2011-a).

No que diz respeito à adoção de módulos de gestão ambiental e inovação de práticas, é necessário garantir um bom desempenho do edificado e, ao mesmo tempo, testar a sua capacidade de adaptação ao longo do tempo para contribuir para as questões da sustentabilidade (Pinheiro, 2011-a).

Tabela 12: Uso sustentável: áreas e critérios de base considerados (Pinheiro, 2011-b).

Vertente	Área	WI	Pré-req.	Critério	Nº de critério
Uso Sustentável	Gestão ambiental	6%	S	Condições de utilização ambiental	C41
			S	Sistema de gestão ambiental	C42
3 Critérios 8%	Inovação	2%	S	Inovações	C43

Nota: *Pré-Req.* - Pré Requisito a ser obrigatoriamente adotado se indicado que sim (S).

Os critérios de base relativos ao uso sustentável abordam o seguinte (Pinheiro, 2011-a):

Condições de utilização ambiental (C41) – é relevante que estas estejam disponíveis, sobretudo os mecanismos simplificados e as especificações ambientais que permitam aos agentes envolvidos (operários da construção, ocupantes, elementos da manutenção, entre outros) compreenderem e realizarem os sistemas edificados e zonas exteriores de forma apropriada. Também devem garantir um bom desempenho sustentável.

Sistema de gestão ambiental (C42) – deve ser adotado um sistema de gestão ambiental e mecanismos de gestão ambiental apropriados ao empreendimento (formal, certificado ou não). Estes podem contribuir para a boa gestão e manutenção de desempenho dos edifícios e zonas exteriores, levando ao seu bom desempenho ambiental.

Inovações (C43) – é um elemento que pretende reforçar e incentivar a aplicação de soluções que promovam a sustentabilidade através da adoção de medidas inovadoras. Estas possibilitam a melhoria do desempenho ambiental ao nível dos critérios anteriormente propostos.

5.4. Ponderação

Dentro de cada área anteriormente referida, os critérios dispõem de igual importância, pelo que o seu agrupamento permite elaborar a classificação para cada uma das 22 áreas. Para obter um valor agregado, a classificação final integrada é obtida através da ponderação dessas 22 áreas. As ponderações que se apresentam para cada uma das áreas (Figura 11) foram obtidas através de inquéritos e de consenso, sendo a área de maior importância a eficiência nos consumos (17%), seguindo-se a água (8%) e o solo (7%) (Pinheiro, 2009; Pinheiro, 2011-a).

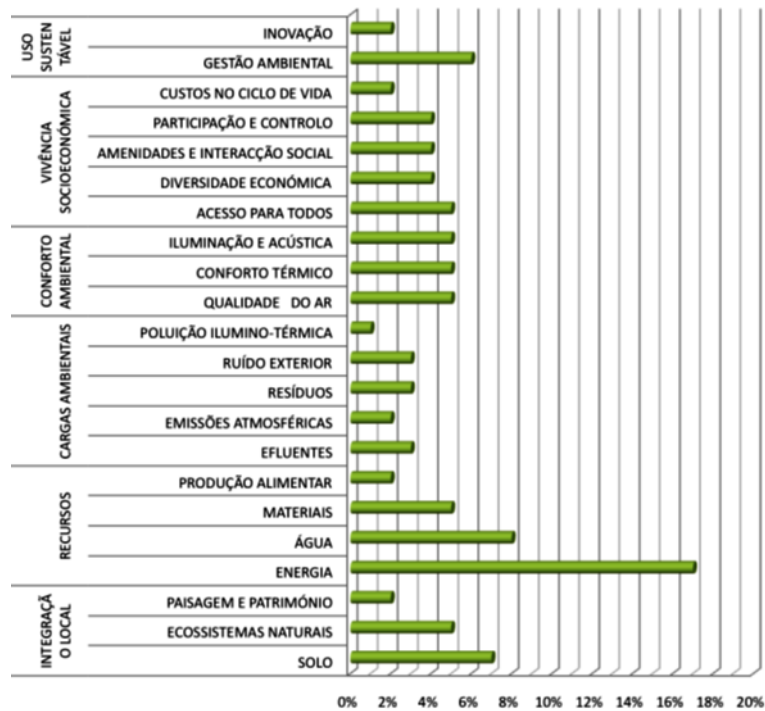


Figura 11: Ponderação (em percentagem) para as 22 áreas do Sistema LiderA (Pinheiro, 2011 -b).

5.5. Níveis de Desempenho

No sistema para orientar e avaliar o desempenho, existe um conjunto de critérios que operacionalizam os aspetos a ter em conta em cada uma das áreas, tal como foi referido. Estes critérios dispõem de diferentes níveis de desempenho (1 a 10 ou superior) e progridem com a tecnologia, possibilitando assim soluções ambientalmente eficientes (Pinheiro, 2011-a).

Os níveis de desempenho considerados para cada tipologia e critério permitem constatar se a solução é ou não é sustentável. A parametrização para cada um dos níveis de desempenho está relacionada ou com a melhoria das práticas existentes ou com a referência aos valores de boas práticas, tal como é frequente nos sistemas internacionais. Os níveis de desempenho são numéricos, sendo posteriormente transformados em classes (de G a A+++), para facilitar a comunicação (Pinheiro, 2011-a). Nesta classificação o primeiro nível está relacionado com o desempenho tecnológico mais utilizado, sendo a prática construtiva existente considerada como usual (classe E). No segundo nível, o melhor desempenho resulta da melhor prática construtiva viável até à data (classe C, B e até A), enquanto o terceiro resulta da definição do nível de sustentabilidade elevado (classe

A++). Através desta análise, são instituídos os níveis de desempenho que se pretendem atingir para cada utilização (Pinheiro, 2011-a).

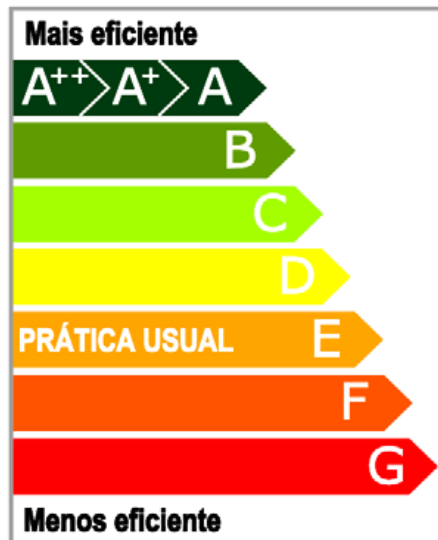


Figura 12: Níveis de desempenho (Pinheiro, 2009).

Para o sistema LiderA, o grau de sustentabilidade por área é dado em classes crescentes de bom desempenho, desde a classe E à classe C (superior em 25% à prática), classe B (37%) e classe A (50%). Ainda dentro da classe de melhor desempenho, existe a classe A+ associada a um fator de melhoria de 4, a classe A++ associada a um fator de melhoria de 10, comparativamente à situação inicialmente considerada. Também existe a classe A+++ que classifica uma situação regenerativa (Pinheiro, 2011-a).

5.6. Aplicação do Sistema LiderA

O sistema LiderA apresenta diferentes possibilidades de aplicação, nomeadamente ao nível do plano, do projeto e da gestão do ciclo de vida (construção, operação, reabilitação, renovação, restauro e demolição). Também permite efetuar o acompanhamento nas diversas fases de desenvolvimento do ciclo de vida do empreendimento desde a conceção à construção, operação, reabilitação e até à demolição (Pinheiro, 2011-a).

A aplicação do sistema abrange a escala urbana (zonas e bairros), os edifícios e os materiais. Assim sendo, deve definir-se de forma clara a intervenção a ser atingida, bem como a fase em que se encontra e qual a finalidade de aplicação LiderA.

5.6.1. Aplicar para Procurar a Sustentabilidade

A aplicação do sistema LiderA pode ser usada para desenvolver planos, projetos e procurar soluções construtivas sustentáveis na fase de obra, sendo relevante a sua aplicação imediatamente na fase de conceção do mesmo (Pinheiro, 2011-a).

É necessário adotar uma política ambiental ou evidenciar a sua implementação desde o início do empreendimento, a qual deve ser adequada ao empreendimento e às especificidades ambientais, tendo em conta os princípios ambientais anteriormente referidos (Pinheiro, 2011-a).

Desde a fase inicial de cada projeto, o dono de obra é o responsável pela solicitação e pela celebração do contrato de adjudicação e, por isso, deve definir as características, as condições e soluções que se pretendem implementar nos empreendimentos. Deve existir uma política ambiental e de segurança capaz de garantir que os trabalhos são efetuados respeitando os requisitos de segurança ambiental e de segurança, higiene e saúde, ocupacional. Cabe-lhe identificar as regras gerais de planeamento, organização e coordenação do projeto para as diferentes fases, nomeadamente no programa preliminar, programa de base, estudo prévio, processo de licenciamento, projeto de execução e fase de construção/obra (Figura 13) (Pinheiro, 2011-a).

O dono de obra deverá ter conhecimento do planeamento das condições essenciais para elaborar ou mandar elaborar o plano de segurança e saúde (PSS), nomear os coordenadores de segurança em projeto e obra e deve aprovar o desenvolvimento e as alterações do PSS, após estas serem validadas pelo Coordenador de Segurança em obra. O dono de obra, também deve dar conhecimento por escrito do PSS aprovado à entidade executante e deve comunicar previamente a abertura do estaleiro à autoridade competente. É de salientar que é da competência do dono de obra comunicar à Autoridade para as Condições de Trabalho - ACT qualquer alteração dos elementos de comunicação prévia e deve elaborar ou mandar elaborar uma compilação técnica com elementos úteis que possam ser usados em intervenções futuras. Também deve assegurar o cumprimento de todas as regras de gestão e organização geral do estaleiro, incluindo do plano de segurança e saúde (Decreto-Lei nº273, art. 5º, 9º, 15º e 16º, 29 de Outubro de 2003).

Na fase de execução da obra o adjudicatário deve antecipar previamente todos os riscos inerentes a cada tarefa a executar em obra e no estaleiro. Se futuramente a edificação necessitar de intervenções ou adaptações, dever-se-á assegurar que a compilação técnica é atualizada e que as soluções adaptadas são flexíveis e modulares, caso se solicite, por exemplo, dotar o edifício para uma nova utilização (Pinheiro, 2011-a).

FASES DO EMPREENDIMENTO

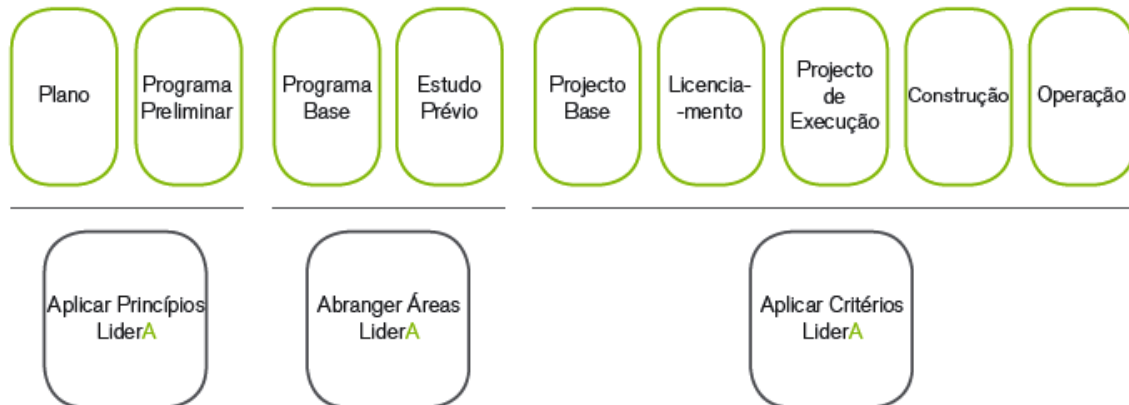


Figura 13: Fases do empreendimento e aplicação da abordagem ao LiderA (Pinheiro, 2011 -b).

Ao **nível do plano**, devem ser comprovados os princípios da abordagem, segundo uma lógica de política. Como critérios de comparação, foram tidas em conta as considerações da Agenda 21 e as orientações de sustentabilidade presentes no regulamento geral das edificações, de acordo com os seguintes princípios: incentivar a adequada localização e integração ambiental, a eficiência nos consumos e gestão dos fluxos, um reduzido impacte das cargas ambientais, um adequado conforto, a adaptabilidade socioeconómica, uma consistente gestão ambiental e procura da inovação. Estes princípios devem ser instituídos ao nível da política do empreendimento e aplicados a partir da fase inicial da conceção onde se assume o conjunto de princípios de sustentabilidade a aplicar (Pinheiro, 2011-a).

O **programa preliminar** deve descrever as intenções do promotor, para que estas fiquem delineadas de modo a atingir-se um bom desempenho para assegurar a sustentabilidade do empreendimento. Inicialmente deve ser orientada de acordo com os princípios do sistema LiderA que se baseiam nas seguintes vertentes: integração local, recursos, cargas ambientais, conforto ambiental, vivências socioeconómicas e gestão sustentável. A abordagem preliminar, embora não formalize o projeto, deve possuir para cada uma das vertentes os princípios que irão regularizar todo o projeto nas fases posteriores e que

devem ser tidos em conta durante as etapas de licenciamento. De seguida, indicam-se esses princípios (Pinheiro, 2011-a):

- Prever a valorização da dinâmica local e promover uma integração apropriada;
- Incentivar a eficiência no uso de recursos naturais;
- Minimizar o impacte das cargas ambientais;
- Garantir a qualidade do ambiente;
- Incentivar a vivências socioeconómicas sustentáveis.

O **nível do projeto** consiste em aplicar os princípios e procurar níveis de desempenho exequíveis para uma situação específica. Esta é a fase onde se definem as soluções e os níveis de desempenho, os quais devem ser comparados com os referenciais de sustentabilidade, face ao seu desempenho para os diversos critérios. Caso o estudo prévio exija maior pormenor, as medidas estabelecidas devem evoluir para complementar os respetivos níveis de desempenho (Pinheiro, 2011-a).

No **programa base**, o projetista necessita de ter em conta as características do local, tais como a topografia e a envolvente construída, possibilitando assim efetuar uma orientação otimizada e uma boa integração. Por sua vez, permite também a criação de zonas exteriores permeáveis. Os espaços referidos vão influenciar de forma positiva o conforto ambiental e as vivências socioeconómicas do empreendimento. O LiderA segue determinados princípios relativamente aos recursos, sobretudo no que diz respeito à gestão equilibrada do consumo de água, à criação de uma estratégia energética que abranja os sistemas passivos da arquitetura bioclimática e o emprego de sistemas passivos, o uso de materiais sustentáveis tendo em atenção o seu ciclo de vida e a energia incorporada, e a inclusão do conceito de produção alimentar no empreendimento. No que diz respeito às cargas ambientais, os requisitos utilizados são os que se encontram definidos no programa preliminar, ou seja, deve existir um local apropriado para a reposição dos resíduos, tendo em conta as condições corretas de separação e valorização, o tratamento de águas usadas e a recolha e possível utilização das águas pluviais (Pinheiro, 2011-a).

No **estudo prévio**, é importante avaliar se as soluções apresentadas estão de acordo com as estratégias inicialmente delineadas e com os princípios estabelecidos pelo sistema LiderA nas diferentes áreas (Pinheiro, 2011-a).

Na fase de análise, é essencial verificar as opções estratégicas e de projeto realizadas anteriormente de forma a avaliar a sua compatibilidade com o programa desejado, quer ao nível de custos (orçamento), quer ao nível da procura da sustentabilidade (Pinheiro, 2011-a).

O **processo de licenciamento** inclui diferentes fases de projeto e tem como principal finalidade verificar todas essas fases, tendo em conta o seu desempenho ambiental e social, ou seja, o nível da sustentabilidade. Segundo este contexto, o LiderA tem um papel importante, uma vez que funciona como um instrumento de auxílio que vai comprovando, ao longo de cada passo do licenciamento, as questões de desempenho mais importantes a ter em consideração na elaboração de projetos, sendo usado como um guia e como ponto de partida para a análise, monitorização e avaliação das medidas para obter a sustentabilidade (Pinheiro, 2011-a). É nesta fase que se entregam os documentos relativos à abordagem da sustentabilidade, segundo este sistema. Esta abordagem apresenta medidas que procuram a sustentabilidade dos edifícios, tendo em atenção o processo de licenciamento dos mesmos e das peças a entregar (Portaria nº 701-H, 2008, Anexo I – art. 1º).

O **projeto de execução** tem como principal objetivo verificar a pormenorização das soluções construtivas inicialmente delineadas e propostas, quer no estudo prévio quer no projeto de licenciamento. Nesta fase é importante pormenorizar todos os elementos construtivos, os procedimentos e as normas de execução. Soluções que exigem o uso de energias renováveis, a recolha e aproveitamento de águas para minimizar os consumos energéticos e de água, a utilização de materiais certificados, são os aspetos que precisam de ser pormenorizados, relativamente aos recursos. No que diz respeito aos resíduos, estes devem ser depositados em locais apropriados, nomeadamente em ecopontos e locais de realização de compostagem. Relativamente ao conforto do utilizador, este é obtido através de determinados níveis de iluminação, isolamento térmico e acústico. Para tal, é imprescindível garantir bons níveis de iluminação, bom isolamento ao nível das paredes, pavimentos, vãos envidraçados e coberturas. As soluções relativas à qualidade do ar interior do edifício devem ser detalhadas, tendo como principal finalidade incentivar o uso de materiais não nocivos e ventilação natural e/ou mecânica. O uso de fachadas e/ou coberturas verdes são outros aspetos que devem ser pormenorizados, uma vez que

permitem melhorar a qualidade do ar e minimizar as emissões atmosféricas. Outro aspeto relevante é a adaptabilidade, pois a sua pormenorização ao nível de soluções modulares e flexíveis num edifício, possibilita novas utilizações no futuro, caso seja necessário (Pinheiro, 2011-a).

Nas **obras** de construção, renovação, reabilitação, restauro, entre outras, devem ser implementadas soluções e materiais definidos, com o intuito de garantir o bom desempenho, a boa gestão ambiental e minimizar os impactes ambientais das obras a nível estrutural (Pinheiro, 2011-a).

O **nível de operação e funcionamento** apresenta como principal objetivo auxiliar o uso e a gestão sustentável, tendo em conta a boa utilização. Logo, permite assegurar os níveis de desempenho mais viáveis para uma situação específica. Nesta fase, as soluções e os níveis de desempenho podem ser comparados com os referenciais de sustentabilidade encontrados para se verificar qual o posicionamento e os eventuais modos de melhoria (Pinheiro, 2011-a).

**Capítulo 6 –
Eco-construção na Prevenção
de Riscos Profissionais**

6. ECO-CONSTRUÇÃO NA PREVENÇÃO DE RISCOS PROFISSIONAIS, TENDO EM CONTA OS CRITÉRIOS DO SISTEMA LIDERA

6.1. Enquadramento

O conceito de desenvolvimento sustentável pode ser interpretado como um caminho para a sustentabilidade. O termo sustentabilidade abrange um estado de equilíbrio entre a economia ou sociedade em relação às condições ambientais, económicas e sociais (Lützkendorf *et al.*, 2007).

É de salientar que a adoção de práticas de investimento sustentável ainda não é uma atividade predominante. Supostamente, o principal problema está relacionado com a falta de oferta e de procura de edifícios sustentáveis, surgindo questões gerais, tais como, se a conceção, construção, uso e gestão de edifícios sustentáveis são tecnicamente viáveis e se os edifícios podem ser projetados, construídos e geridos contribuindo para o desenvolvimento sustentável (Lützkendorf *et al.*, 2007).

Como já se referiu, a **construção sustentável** contribui através das suas características e atributos para o desenvolvimento sustentável, garantindo e aumentando a funcionalidade de manutenção e a qualidade estética de um edifício. Este facto contribui para a minimização dos custos do ciclo de vida, do esgotamento de recursos, para a redução de impactes negativos no ambiente, para a proteção dos trabalhadores e de todos os intervenientes (ocupantes, vizinhos e visitantes) ao nível de segurança e saúde (**Eco-construção**) (Lützkendorf *et al.*, 2007).

O sistema LiderA procurando a sustentabilidade da construção deve também ter em atenção na concretização das diferentes vertentes do sistema, a identificação dos perigos e dos consequentes riscos ocupacionais existentes durante a construção e a manutenção dos edifícios. No âmbito da segurança ocupacional as vertentes que se identificaram no âmbito deste trabalho para se analisarem relativamente à prevenção de riscos profissionais, são a integração local, os recursos, as cargas ambientais, o conforto ambiental, a vivência socioeconómica e o uso sustentável. Também é necessário ter em atenção os benefícios que podem advir da implementação das medidas que procuram a sustentabilidade, no que

se refere à mitigação dos perigos e riscos ocupacionais, tendo em conta a aplicação do sistema LiderA.

Para cada uma das atividades a realizar para a implementação de cada um dos critérios exigidos pelo sistema, existem possíveis falhas que se podem concretizar em acidentes de trabalho ou doenças profissionais, tais como queda de objetos ou pessoas, ferimentos e lesões provocados pelas ferramentas ou tarefas, etc. Assim sendo, a integração de medidas de eliminação/limitação dos perigos na fase de projeto apoiada pela avaliação de riscos nesta fase é essencial, para aumentar o nível de segurança de todos os profissionais envolvidos (Fung *et al.*, 2010).

6.2. Integração Local

Na construção de um edifício é essencial ter conhecimento quanto ao tipo de abordagem que se deve utilizar para a sua integração, relativamente ao ambiente e à envolvente construída (Sousa, 2012). Contudo, é imprescindível ter em atenção um conjunto de aspetos, principalmente ao nível do **solo, ecossistemas naturais, paisagem e património**. Para tal, ir-se-á ter em consideração os critérios do sistema LiderA.

6.2.1. Solo

O solo é um recurso importante, sendo por isso necessário ter alguns cuidados, sobretudo ao nível do local e da forma de o utilizar para a construção. O solo e a sua ocupação são os principais fatores a ter em consideração para efetuar a seleção adequada do local para a construção. Isto é um desafio para a sustentabilidade, uma vez que evita a ocupação de zonas naturais, permitindo assim a redução das áreas ocupadas e impermeabilizadas de forma a controlar as alterações presentes no terreno. Assim, o LiderA destaca a importância do solo, através do critério de **valorização territorial** e de **otimização ambiental** (Pinheiro, 2011-a).

Na execução de um projeto é preciso ter em consideração algumas das suas fases, nomeadamente o programa preliminar, o programa base e o projeto base. Nestas fases vão ser abordados diferentes aspetos a ter em consideração, relativamente aos critérios do sistema LiderA para o solo.

No programa preliminar é necessário definir-se as características do projeto e quais as suas intenções (Portaria nº701-H, 2008, Anexo I – art. 1º). No que diz respeito ao solo o parâmetro de maior relevância a ter em consideração nesta fase é a localização. Ainda no programa preliminar, no que diz respeito à integração do solo é essencial que exista uma adequada integração do empreendimento ao local, bem como uma redução da ocupação do solo. Também se deve reduzir o impacto ambiental ao nível do território e valorizar o território (Pinheiro, 2010).

É de salientar que a ocupação do solo é um aspeto fundamental para minimizar o impacto ambiental originado pela construção do edifício. Na sequência desta preocupação, poderá recorrer-se à utilização de terrenos que não são usados para outros fins (BREEAM, 2008 *cit.* Sousa, 2012; LEED, 2009 *cit.* Sousa, 2012), sendo também possível recorrer-se a terrenos que foram libertados de indústrias e de edifícios, através de demolições. Posteriormente, esses locais são limpos, despoluídos, nivelados, ou seja, são recuperados e valorizados a nível local (Pinheiro, 2006).

No programa base o projetista deve ter em consideração as características do local para possibilitar uma orientação otimizada e uma boa integração, sendo todas as fases definidas anteriormente verificadas relativamente ao seu desempenho ambiental, tendo em conta a valorização territorial e a otimização ambiental (Portaria nº701-H, 2008, Anexo I – art. 1º).

Para além do referido anteriormente (capítulo 5), a **valorização territorial** deve respeitar os instrumentos de gestão territorial em vigor, nomeadamente o PDM, PU entre outros (Pinheiro, 2010).

A **otimização ambiental** tem como principal objetivo adequar o edifício à área e ao ambiente construído, sendo por isso necessário efetuar a verificação da área permeável do solo face ao local de implantação do mesmo (Pinheiro, 2011-a, Pinheiro, 2010).

6.2.2. Ecossistemas Naturais

Os ecossistemas abrangem inúmeros aspetos, sobretudo ao nível dos espaços não humanizados e humanizados, podendo ainda abordar outras áreas que não são quantificadas na construção. No que diz respeito aos ecossistemas, o programa base e o projeto base, segundo o LiderA consideram essencialmente a proteção de zonas naturais, a diminuição dos impactos sobre a biodiversidade, a manutenção do nível existente, o

aumento da dinâmica ecológica (**valorização ecológica**), bem como a redução ao nível de fragmentação dos habitats (**interligação de habitats**) (Pinheiro, 2011-a).

Os parâmetros a considerar durante a construção de um edifício, referentes à valorização ecológica e à interligação dos habitats, encontram-se descritos no capítulo 5.

6.2.3. Paisagem e Património

No programa preliminar é necessário valorizar a **integração paisagística** e a **proteção e valorização do património** (Pinheiro, 2011-a).

No programa base depois de definidas as características do local, no que diz respeito à paisagem e património é fundamental incentivar a integração paisagista e preservar o edificado devendo adotar soluções arquitetónicas semelhantes às da envolvente, sempre que possível (Pinheiro, 2010).

6.2.4. Perigos e Riscos Associados à Integração Local

Na implantação de um edifício deve ter-se em atenção, de acordo com o sistema LiderA os parâmetros acima referidos. Esses parâmetros, por sua vez apresentam alguns perigos e consequentes riscos para os trabalhadores, sendo por isso necessário adotar medidas preventivas que os minimizem ou evitem. Na Tabela A.1 (Anexo A.1) apresentam-se os riscos e os perigos identificados relativamente à integração local e as respetivas medidas preventivas. Os perigos e os riscos identificados estão relacionados com as operações de demolição de edifícios existentes que permitem reduzir a ocupação do solo e aumentar a valorização territorial e a rede ecológica. Por sua vez, também existem perigos e riscos associados aos movimentos de terras necessários para a implantação de um edifício, sendo estes associados a locais de demolição, locais poluídos ou a locais com vegetação. Ainda associados aos movimentos de terras e às demolições existem outros perigos e riscos, tais como ruído, inalação de poeiras, produção de vibrações e projeção de partículas. Todos os perigos e riscos referidos anteriormente estão diretamente relacionados com o solo.

Relativamente à localização adjacente de outros edifícios e infraestruturas, é fundamental preservá-los, para proteger e valorizar o património existente, o que encerra perigos e consequentes riscos inerentes à manutenção da estabilidade dessas edificações durante as operações de escavação e de construção.

Outros fatores de risco são a formação inapropriada das equipas de trabalho, a falta de meios de proteção e/ou prevenção e a seleção inadequada de equipamentos.

Os riscos referidos anteriormente podem ser mitigados através da adoção de medidas preventivas que não coloquem em causa a segurança e a saúde dos trabalhadores e de todos os intervenientes na realização das tarefas que apresentam perigo. Tais medidas encontram-se detalhadas na Tabela A.1, bem como nas fichas que se encontram no Anexo 13 e 17.

Depois de analisada a Tabela A.1. é possível verificar que os riscos associados à demolição, movimentos de terras, ruído, inalação de poeiras, vibrações e projeção de partículas estão relacionados com o critério solo. No que diz respeito aos solos contaminados, estes apresentam elevado risco de contaminação dos ecossistemas e do Homem, enquanto que a localização adjacente de outros edifícios ou infraestruturas estão relacionados com a deterioração do património existente e da paisagem. Assim sendo, é essencial implementar as medidas referidas para cada um dos perigos, de forma a minimizar as suas consequências quer a nível ambiental e patrimonial, quer a nível ocupacional.

O método utilizado para que se possa compreender melhor a gravidade de cada um dos perigos encontra-se descrito no capítulo 3 da presente dissertação, no capítulo referente à avaliação de riscos. Assim sendo, procedeu-se ao desenvolvimento de um esquema de pormenorização, onde é possível avaliar o nível de risco conjugando a probabilidade do risco ocorrer e o seu grau de severidade. As letras que figuram na Tabela 13 correspondem aos diferentes perigos e consequentes riscos que se indicam na Tabela A.1.

Tabela 13: Nível de risco.

Probabilidade	Severidade			
	Baixa	Média	Alta	Muito alta
Baixa				
Média				
Alta			b.	a. k.
Muito alta		g. h. i.	c. f.	d. e. j.

Através da análise da Tabela 13 é possível verificar quais os riscos que apresentam maior nível de severidade e a probabilidade de ocorrerem. Logo, os riscos que apresentam maior severidade e probabilidade de ocorrer estão relacionados com os perigos inerentes às operações de demolição, falta de meios de proteção e/ou prevenção, seleção inadequada de equipamentos e com a contaminação dos solos. Os outros fatores de risco apresentam uma severidade mais baixa, apesar da probabilidade de ocorrerem ser elevada.

6.3. Recursos

O consumo e gestão de recursos, nomeadamente da **energia, água e materiais** são os principais aspetos no que diz respeito ao ambiente e ao processo de alcance da sustentabilidade. Para que exista uma preservação ativa do ambiente, é essencial que haja um equilíbrio entre eles, relativamente ao seu consumo (Sousa, 2012).

No programa preliminar de um projeto, no que diz respeito aos recursos é essencial que se implementem medidas que visem a diminuição dos respetivos consumos, bem como a sua eficiente utilização (nomeadamente da energia, da água e dos materiais) (Pinheiro, 2010).

6.3.1. Energia

A procura da eficiência energética é uma das áreas mais abordadas na atualidade, uma vez que esta é facilmente controlada, conservada e reaproveitada através do uso de diferentes estratégias e fontes de energia (Sousa, 2012).

Ainda no seguimento do projeto de construção de um edifício, sobretudo no programa base, é essencial adotar soluções bioclimáticas nas opções arquitetónicas, adotar a utilização de energias renováveis e verificar os valores da eficiência dos sistemas ativos e passivos implementados ao nível do consumo. Estes fatores são apresentados de forma detalhada no projeto base, uma vez que para um edifício ser sustentável, aquando da aplicação dos critérios do sistema LiderA, deverá apresentar **eficiência nos consumos, desempenho passivo** e baixa **intensidade de carbono** (Pinheiro, 2010).

É de salientar que o consumo de energia é um dos elementos mais importantes de um edifício, tendo grande potencial para ser reduzido, sendo para isso necessário intervir sobretudo através da implementação de **medidas bioclimáticas** e da potenciação do **desempenho passivo** (Pinheiro, 2006). É possível contribuir para o **desempenho passivo**

de um edifício, no que respeita às necessidades de aquecimento, através da orientação das zonas mais utilizadas durante o período diurno para a direção com maior exposição solar (exposição a sul no hemisfério norte), da colocação de fachadas envidraçadas orientadas a sul, do uso apropriado da inércia térmica para armazenamento de calor, do posicionamento apropriado das diversas divisões consoante as necessidades de aquecimento e, selecionar de forma adequada o tipo de vidro e a qualidade das caixilharias a usar nos vãos envidraçados. Relativamente ao desempenho passivo, mas para arrefecimento, é necessário orientar o edifício de forma adequada para aproveitamento de correntes de ar fresco, aumentar a ventilação natural do edifício, prever o uso de ventilação através de meios artificiais, uso de cores claras para reduzir a absorção da radiação solar e aplicar proteções solares (persianas, palas entre outras) (Vieira, 2008).

Tal como referido atrás (capítulo 5), é necessário diminuir a **intensidade de carbono** proveniente da produção de energia, através do recurso a energia de fontes renováveis. Assim sendo, os consumos energéticos ao nível da eletricidade podem ser reduzidos através da implementação de medidas passivas tais como o aproveitamento da iluminação natural e da ventilação natural. Outra forma de minimizar esses consumos consiste em introduzir sensores de presença nas áreas de passagem de permanência curta, nomeadamente em corredores e casas de banho, bem como nas áreas exteriores de passagem. Também é possível reduzir os consumos energéticos através da utilização de equipamentos elétricos de classe A ou superior (Pinheiro, 2006), através do recurso a fontes de energia renovável, nomeadamente a energia solar fotovoltaica, a energia solar térmica, a energia eólica, a energia geotérmica e a energia de biomassa. Logo, a integração de energias renováveis nos edifícios permite captar energia de fontes renováveis, para a produção de eletricidade, de calor ou frio, sendo desta forma possível reduzir a necessidade de recorrer à energia de origem fóssil. O sol e a energia da biomassa são energias renováveis que existem em grande abundância em Portugal (Gomes, 2010).

A energia solar fotovoltaica tem origem no aproveitamento solar ativo (Figura 14). Este aproveitamento tem como finalidade utilizar a energia solar, através dum processo ativo de captação. Desta forma, a energia solar fotovoltaica começa a assumir uma elevada importância a nível mundial, uma vez que é uma alternativa viável à rede de distribuição (Vieira, 2008).

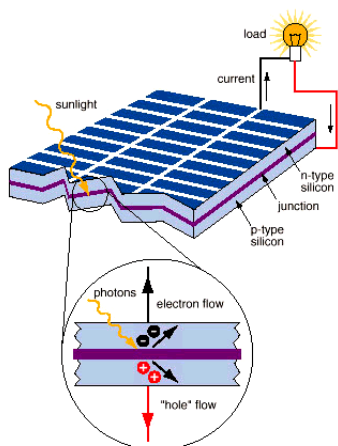


Figura 14: Representação do efeito fotovoltaico
(Ferreira, 2008 *cit.* Vieira, 2008).

Outra forma de aproveitamento solar ativo reside na possibilidade de conversão da energia solar em energia térmica, através da utilização de coletores solares ou painéis solares (Figura 15) (Vieira, 2008). A energia solar térmica é uma fonte renovável que possibilita o aproveitamento da energia proveniente do sol sob a forma de calor. Este aproveitamento tem como finalidade produzir energia para efetuar o aquecimento de água, secagem de produtos e para produzir energia através de um processo termodinâmico. Logo, a produção de eletricidade a partir da energia solar, também pode ser obtida por conversão térmica e não apenas por via fotovoltaica (Pereira, 2009).

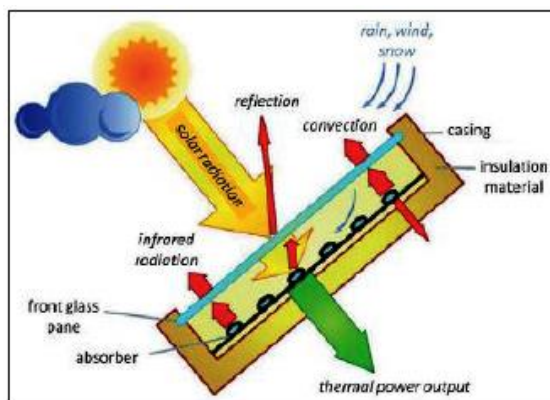


Figura 15: Exemplo de captação de energia através de um coletor solar (Rommel *et al.*, 2010).

Outra fonte de energia renovável que permite a obtenção de energia elétrica é a energia eólica (Ganhão, 2011), que é obtida a partir da rotação das lâminas de um gerador eólico, convertendo a energia cinética do vento num movimento rotacional proveniente de um eixo (Gipe, 2009 *cit.* Bello, 2009).

Atualmente existem várias opções para quem pretende instalar uma turbina eólica (Figura 16), com vários tamanhos, que podem gerar energia para pequenas aplicações, casas ou prédios. Nas condições corretas de instalação e operação, a energia eólica pode ser mais económica que as outras energias renováveis (energia solar ou geotérmica) (Gipe, 2009 *cit.* Bello, 2009).



Figura 16: Exemplo de diferentes tipos de aerogeradores (Loureiro, 2009).

A energia geotérmica é uma fonte de energia alternativa que tem como principal finalidade efetuar o aproveitamento do calor existente no interior da terra. Este aproveitamento pode ser subdividido em duas categorias: de alta entalpia e de baixa entalpia (Cruz, 2008). Este tipo de aproveitamento de energia tem vindo a ser desenvolvida para edifícios de habitação e consiste em aproveitar o calor presente no solo e transferi-lo para o interior da habitação através de uma bomba de calor. O princípio da geotermia consiste em captar a energia térmica através de um circuito de condutas enterradas no solo, preenchidas com um líquido, o qual, depois de passar por um processo de evaporação, compressão e condensação, aquece o interior do edifício, podendo ser utilizado em vários tipos de sistemas de aquecimento: piso radiante, parede radiante, ventiloconvectores, entre outros (Costa, 2008).

A biomassa é a única energia renovável que pode ser transformada em combustível gasoso, líquido ou sólido, através de tecnologias de conversão. Assim sendo, a energia de biomassa pode ser aplicada num vasto campo do setor das energias. Atualmente é possível fornecer energia a partir da biomassa para uma série de aplicações energéticas, desde o aquecimento de imóveis até ao fornecimento de combustíveis para aplicações móveis (transportes) (GREENPRO, 2004).

O uso da biomassa é a forma mais antiga de fornecer energia à humanidade, porém, as fontes atuais de bioenergia, tais como as briques, *pelletes* ou estilhas de madeira, troncos de madeira, o gás proveniente da madeira, biogás e óleo vegetal ou biodiesel, apresentam um grande potencial como energias inovadoras. Estes combustíveis naturais podem ser

utilizados para fornecimento de calor e energia a habitações, edifícios públicos, à agricultura e à indústria (GREENPRO, 2004).

Através das medidas de desempenho passivo e de redução das emissões de carbono, é possível reduzir os consumos energéticos. A monitorização e os valores obtidos na certificação energética contribuem através das medidas aplicadas para se adquirir uma maior **eficiência no consumo** dos edifícios (Pinheiro, 2010).

6.3.2. Água

Na construção de um edifício é importante ter em atenção os critérios do sistema LiderA possíveis de aplicar à gestão eficiente da água. Assim sendo, é imprescindível ter em atenção o **consumo da água potável** e a **gestão da água a nível local**, logo na fase do programa base, sendo depois tratados de forma detalhada no projeto base.

O **consumo de água potável** deve ser reduzido, uma vez que existe escassez de água e esta ir-se-á agravar no futuro. Como curiosidade, em 2025, vários milhões de pessoas não irão ter acesso a água potável, por isso, é necessário adotar medidas que permitam minimizar o seu consumo.

Para além de se adotarem soluções construtivas de armazenamento ou reutilização deste recurso, também se devem implementar medidas de boas práticas no seu uso, bem como proceder à escolha e instalação de equipamentos eficientes sob o ponto de vista hídrico. Através da conjugação destas medidas pretende-se obter uma mudança positiva, relativamente ao panorama atual de consumo de água (Vieira, 2008).

A utilização de água potável para descargas sanitárias, rega ou lavagem da roupa, pode ser considerada como um facto absurdo e quase irracional, tendo em conta as reservas existentes desse recurso, ou seja a escassez de água. Logo, é necessário procurar alternativas de abastecimento de água que evitem o uso de água potável para esses fins, e que permitam o aproveitamento desse recurso (Vieira, 2008).

Uma fonte de água que geralmente não é rentabilizada é a água da chuva. Este recurso pode ser aproveitado nas habitações, para uso interno ou externo. No interior dos edifícios, este recurso pode ser utilizado para consumo de água potável (pouco usado por questões de

higiene e saúde), ou de água não potável para inúmeros fins (mais presentes no mercado) (Vieira, 2008).

As principais zonas de recolha de água da chuva são os telhados e superfícies lisas de pavimentos (Figura 17). Portanto, os telhados e superfícies não devem possuir tintas com componentes tóxicos nem elementos que contenham metais pesados (chumbo e cádmio), devem estar limpas (sem vegetação e resíduos), a vegetação circundante deve ser removida e os elementos de ligação da zona de captação ao tanque de armazenamento deve ser protegida com filtros (Vieira, 2008).

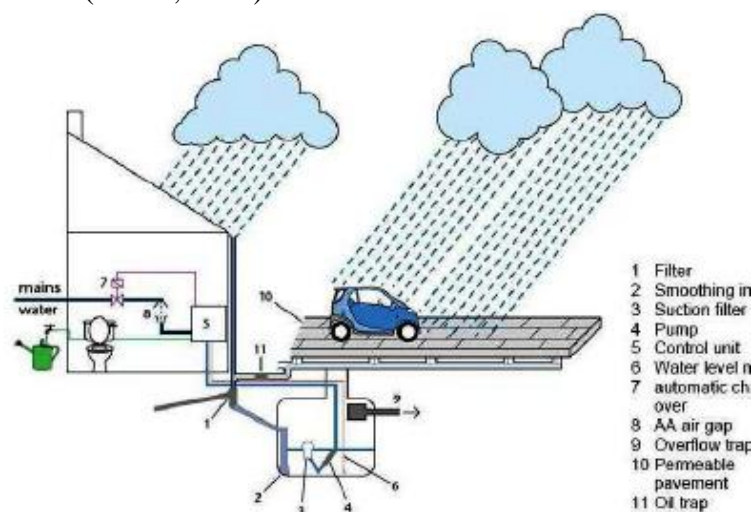


Figura 17: Esquema de uma instalação de aproveitamento de água das chuvas (Neves, 2008 *cit.* Vieira, 2008).

6.3.3. Materiais

Na construção sustentável a escolha de materiais, deve obedecer a critérios de preservação, recuperação e responsabilidade ambiental. Para tal, é necessário no início de uma construção considerar os tipos de materiais que podem contribuir para conservar e melhorar o ambiente onde está inserida (Freitas, 2008).

Na construção de um edifício, segundo o sistema LiderA, no programa base é importante incentivar a utilização de **materiais locais, certificados, reciclados** ou de **baixo impacto**. Também é essencial ter em conta a sua **durabilidade** (Pinheiro, 2010). Estes fatores são abordados de forma mais pormenorizada no projeto base.

No que diz respeito aos **materiais locais** e à **durabilidade**, é fundamental ter em conta os parâmetros descritos no capítulo 5, da presente dissertação.

Para um material ser considerado sustentável deve possuir **baixo impacte ambiental**, pelo que deve apresentar benefícios dum produto natural e um desempenho sustentável. Assim sendo, a sua escolha tem que ter em atenção se os materiais são não tóxicos, com baixa energia incorporada, recicláveis, que permitam o reaproveitamento de resíduos de outras indústrias, que tenham origem em fontes renováveis e duráveis (Torgal *et al.*, 2010 *cit.* Teodoro, 2011).

Os materiais devem permitir o uso sustentado dos recursos naturais, sem que haja risco de esgotamento e devem ser não tóxicos. Existem materiais que devem ser evitados, uma vez que são prejudiciais para o ambiente, nomeadamente o PVC (policloreto de vinilo, apesar de reciclável), amianto (utilizado em argamassas, tintas, colas para isolamento térmico e acústico, estando atualmente proibido), alumínio, solventes e COV's (compostos orgânicos voláteis). Além destes, existem outros materiais que devem ser evitados na construção, pois dão origem a RCD's (resíduos de construção e demolição) perigosos (Brito, 2006).

Os materiais sustentáveis podem ser constituídos por matérias-primas naturais renováveis, materiais reciclados e compósitos. As matérias-primas naturais renováveis que devem ser utilizadas são de origem vegetal ou animal, nomeadamente fibras naturais, tintas à base de caseína (proteína do leite de vaca) ou com base aquosa, madeira, bambu, polímeros vegetais biodegradáveis (cana de açúcar, amido de milho, caseína polimerizada). Também se podem considerar como materiais sustentáveis com origem em matérias-primas não renováveis, desde que seja possível efetuar o seu reaproveitamento, tais como a terra, argila, rochas, areia, pedras, entre outros (Teodoro, 2011).

Relativamente aos materiais, ainda existem os materiais reciclados como o vidro, plástico, metais e papel. Estes são de decomposição muito lenta ou não se decompõem no meio ambiente, permitindo assim a sua recolocação na cadeia produtiva, através de processos industriais. Assim sendo, apresentam-se alguns exemplos de materiais reciclados usados na construção civil, tais como as telhas, plásticos, vidros e metais reciclados. É importante não confundir reciclado com reciclável, pois existem materiais que são recicláveis, como o alumínio ou o PVC, mas que não podem ser considerados sustentáveis, uma vez que a sua produção tem elevado impacte ambiental. Ainda existem os materiais compósitos que são formados pela união de materiais de origem vegetal a produtos sintéticos. É de salientar

que os materiais devem apresentar uma baixa emissão e controlo de poluentes (Teodoro, 2011).

Este é um mercado em crescimento, uma vez que os materiais sustentáveis começam a apresentar preços competitivos que levam à utilização de novas matérias-primas e de soluções localizadas e regionalizadas (Teodoro, 2011).

6.3.4. Perigos e Riscos Associados aos Recursos

Durante a construção de um edifício sustentável é fundamental ter em atenção os parâmetros do sistema LiderA referidos anteriormente, bem como os perigos e consequentes riscos ocupacionais, sendo por isso necessário adotar medidas preventivas que os minimizem ou evitem. Na Tabela A.2 (Anexo A.2) apresentam-se os perigos e riscos identificados no que respeita à aplicação dos critérios relativos aos recursos e as respetivas medidas preventivas. Os perigos e riscos identificados estão relacionados com as operações de manuseamento e aplicação dos materiais, pelo que são idênticos aos que existem nas operações similares com materiais não sustentáveis. Em contrapartida, estes materiais ao serem não tóxicos contribuem para a eliminação/minimização dos perigos de origem química, quer nas operações de manuseamento e aplicação, quer durante a exploração do edifício, bem como nas operações de manutenção, reparação e demolição. Se forem materiais de elevada durabilidade vão ter uma menor necessidade de intervenções de manutenção, reparação e substituição, pelo que contribuem para a diminuição da probabilidade de exposição a operações que encerram risco de queda de materiais e de pessoas, e de ocorrência de esforços/lesões musculoesqueléticas.

É de salientar que os perigos para a saúde, apresentados na Tabela A.2, estão relacionados com os coletores solares, uma vez que estes no seu interior contêm substâncias químicas prejudiciais para a saúde dos trabalhadores, numa situação de quebra ou desagregação.

Analisando a Tabela A.2 apresentada, a maioria dos perigos estão relacionados com a energia, água e materiais, sobretudo no que diz respeito à sua colocação e manutenção, estando relacionados com os trabalhos em altura, a fragilidade dos materiais, o *stress* físico e emocional, o *stress* organizacional, a formação inapropriada, a fadiga dos profissionais, as condições meteorológicas, a queda de objetos, a seleção inadequada de equipamentos, a falta de meios de proteção/prevenção, queda de materiais, ruído, inalação de poeiras,

vibrações, projeção de partículas, atropelamento e colisão com máquinas. Logo, para mitigar os riscos referidos é imprescindível aplicar as medidas preventivas referidas, pois estas permitem evitar ou reduzir tais riscos e os consequentes danos dos intervenientes. Salienta-se que outras medidas que permitem mitigar os riscos são as que se encontram no Anexo 13, 14, 15, 16 e 17.

Para além dos perigos referidos, também existem alguns relacionados apenas com a energia, nomeadamente os perigos para a saúde. Estes estão relacionados com a colocação de coletores solares, uma vez que no seu interior existem substâncias químicas perigosas, nomeadamente anticongelante concentrado e anticorrosivo (por exemplo o propilenglicol) (Benito, 2009).

O perigo de exposição à eletricidade está relacionado com os diferentes processos utilizados para a produção de energia elétrica, bem como na colocação e manutenção de alguns materiais e equipamentos, com recurso a equipamentos elétricos. No que diz respeito à abertura de valas, este perigo verifica-se na implementação de sistemas de energia de biomassa e na instalação de depósitos para aproveitamento das águas das chuvas.

Em seguida, aplicou-se o método de avaliação de riscos descrito no capítulo 3 para se avaliar a gravidade de cada um dos perigos referidos na Tabela A.2. Desta forma, elaborou-se um esquema de pormenorização onde é possível estimar o nível de risco através da conjugação da probabilidade de ocorrer e do seu grau de severidade (Tabela 14). As letras que figuram na Tabela 14 correspondem aos diferentes perigos e consequentes riscos que se indicaram na Tabela A.2.

Tabela 14: Nível de risco.

Probabilidade	Severidade			
	Baixa	Média	Alta	Muito alta
Baixa		d. e.		
Média			b. c.	n. o.
Alta		i.	f. h.	a. j. m. p.
Muito alta		q. r. t.	g. s.	k. l.

Através da análise da Tabela 14 é possível verificar qual o risco que apresenta maior nível de severidade, bem como a probabilidade de ocorrer. Portanto, os riscos que apresentam maior severidade e probabilidade de ocorrer estão relacionados com os seguintes perigos: trabalhos em altura, queda de objetos, seleção inadequada de equipamentos, falta de meios de proteção e/ou prevenção, abertura de valas, atropelamento, colisão com máquinas e queda de materiais. Os restantes fatores de risco apresentam uma severidade mais baixa, apesar de alguns deles apresentarem uma probabilidade de ocorrer elevada. Através da aplicação das medidas preventivas referidas, todos esses riscos vão ser mitigados.

6.4. Cargas Ambientais

Esta área de avaliação está relacionada com as cargas ambientais que resultam das fases de construção e utilização/operação do edifício, relativamente ao meio externo. Estes aspetos são essenciais para se adquirir um bom nível de sustentabilidade ao nível do edificado e para preservar o meio ambiente (Sousa, 2012). Logo, é fundamental reduzir as cargas ambientais, através da minimização das emissões de **efluentes** líquidos, das **emissões atmosféricas**, assim como da redução da produção de **resíduos** sólidos e semissólidos, das emissões de **ruído no exterior** e complementarmente **da poluição ilumino-térmica** (Pinheiro, 2010). Todos estes fatores são tidos em conta no programa preliminar.

6.4.1. Efluentes

A produção de efluentes é uma área com grande impacte ambiental, sendo por isso necessário assegurar o tratamento local dos efluentes e promover o reaproveitamento das águas tratadas para possíveis usos secundários. Estes aspetos são abordados no programa base de um projeto e permitem procurar a sustentabilidade, segundo o sistema LiderA. Desta forma, a estratégia assumida assenta na redução dos efluentes e na separação dos diversos tipos de efluentes no edificado. Também é fundamental maximizar a possibilidade de reutilizar os efluentes para rega, para a recarga de aquíferos, entre outros (Pinheiro, 2010; Pinheiro, 2011-a).

No projeto base dever-se-á descrever de forma pormenorizada a forma de efetuar o **tratamento de águas residuais** e como **reutilizar as águas usadas**.

Com base no princípio das reservas de água em que assenta o uso de águas da chuva, surge uma solução que consiste **na reutilização de águas usadas**, nomeadamente as águas cinzentas e negras produzidas no interior das habitações. As águas cinzentas são águas usadas, originárias dos chuveiros, lavatórios, bidés e banheiras e que devido ao seu baixo nível de contaminação podem ser reaproveitadas para uso interior. Relativamente às águas produzidas nas sanitas, estas só podem ser usadas no exterior dos edifícios, devido ao seu elevado nível de contaminação. As principais aplicações de aproveitamento deste tipo de águas são semelhantes ao das águas das chuvas, mas não se podem utilizar no interior das habitações, uma vez que iriam necessitar de tratamentos demasiado complexos e dispendiosos. Assim sendo, este tipo de águas é utilizado essencialmente em rega, descarga de sanitas, lavagem de pátios, espelhos de água, podendo também ser utilizada para lavagem de roupa, dependendo do tipo de tratamento. Os sistemas mais básicos desta tecnologia consistem em captar as águas de chuveiros e banheiras e desviá-las para serem posteriormente utilizadas nas sanitas ou em mecanismos de regas de jardins, enquanto que, os sistemas mais avançados recorrem a processos de tratamento mais eficazes, permitindo usar essas águas nas máquinas de lavar roupa (Vieira, 2008).

O processo de **tratamento** dos sistemas para usos interiores de águas cinzentas consiste inicialmente na filtração da água reaproveitada, de forma a remover as partículas de grandes dimensões. Essa filtração é efetuada em duas fases, consistindo a primeira em fazer passar a água num filtro grosseiro, normalmente um saco filtrante localizado numa caixa à prova de água. A segunda fase consiste em filtrar novamente a água proveniente do processo anterior, mas desta vez recorrendo a um filtro de areia. Depois da filtração segue-se um processo de desinfeção da água, onde se utiliza normalmente cloro (devido à sua eficácia e economia). Este processo deve ser regularmente monitorizado para controlar a qualidade da água, de forma a evitar quantidades exageradas de desinfetante, que podem ser prejudiciais para a saúde. Também se pode recorrer à radiação ultravioleta ou ao ozono como processo de desinfeção, mas o custo de utilização torna-os desaconselháveis (Vieira, 2008).

Relativamente ao **tratamento de águas** em sistemas de uso externo, este pode ser realizado através de processos naturais ou de uma mini-etar. O processo mais natural é baseado no fenómeno de decomposição anaeróbia da matéria orgânica biodegradável,

recorrendo-se a bactérias, fungos e outros seres vivos microscópicos. Através deste processo os resíduos orgânicos são transformados em adubo natural, sendo posteriormente usado como filtro das águas cinzas e negras. Por fim, essa água é desinfetada para ser usada no exterior. O tratamento que utiliza uma mini-etaf atinge níveis de depuração de 99%, tornando as águas apropriadas para diversas utilizações. O princípio de funcionamento é relativamente simples e consiste num ciclo de quatro fases, nomeadamente enchimento, sedimentação, ventilação e reciclagem. O processo tem início com uma pré-decantação, para separar as partículas de maiores dimensões. Em seguida, a água passa para a zona de tratamento, onde é intensamente ventilada e misturada, ocorrendo assim a degradação biológica. Por fim, a água limpa é decantada, separando-se das impurezas (Vieira, 2008).

6.4.2. Emissões Atmosféricas

Segundo os critérios do sistema LiderA apresentados no capítulo 5 da presente dissertação, é fundamental reduzir as emissões atmosféricas. É importante referir que esses fatores devem ser discutidos e tidos em conta durante o desenvolvimento do programa base do projeto do edifício em questão (Pinheiro, 2010; Pinheiro, 2011-a).

Uma forma de minimizar as emissões é a existência de uma lareira com aproveitamento de calor, que permite diminuir consideravelmente a quantidade de emissão de CO para o exterior (emissões próximas de zero) e cujo rendimento é muito elevado (Pinheiro, 2010).

6.4.3. Resíduos

A construção é uma das principais fontes de resíduos, uma vez que produz uma quantidade de resíduos que se aproxima das quantidades de resíduos sólidos ou mesmo de resíduos industriais não perigosos (Rocheta *et al.*, 2007).

Os resíduos de construção e demolição (RCD) incluem os desperdícios provenientes das demolições, remodelações e construções novas, sendo essencialmente constituídos por argamassas, alvenarias, betão armado, terras e quantidades reduzidas de outros resíduos, nomeadamente embalagens, latas, vidros e madeiras. Também podem por sua vez, incluir resíduos perigosos como o amianto e resinas (Rocheta *et al.*, 2007).

Portanto, é importante que os resíduos tenham um destino adequado, tendo em conta que estes apresentam quantidade significativas de elementos recicláveis e reutilizáveis em vez

da tradicional deposição em aterro (ISR, 2005 *cit.* Rocheta *et al.*, 2007; Dewlaney *et al.*, 2012).

De acordo com o sistema LiderA, é fundamental assegurar a **redução dos resíduos** e o seu tratamento, promover a **valorização dos resíduos** e promover uma **gestão de resíduos perigosos**. Estes aspetos são tidos em conta durante a elaboração do programa base relativo à construção de um edifício, sendo posteriormente abordados de forma discriminada no projeto base. A produção de resíduos, segundo o sistema LiderA deve ser minimizada, sobretudo no que diz respeito aos resíduos de construção e demolição e aos resíduos sólidos durante a exploração (Pinheiro, 2010).

Segundo o Decreto-Lei nº 46/2008 (art. 10º), o plano de **prevenção e gestão de RCD** deve conter obrigatoriamente a caracterização sumária da obra a efetuar, a metodologia para a incorporação de RCD's reciclados e a metodologia de prevenção de RCD's, com identificação e estimativa dos materiais a reutilizar na própria obra ou outros destinos.

Compete ao empreiteiro ou ao concessionário executar o plano de prevenção e gestão de RCD, para assegurar a reutilização de materiais e a incorporação de RCD's em obra.

6.4.4. Ruído Exterior

O ruído é um dos principais problemas localizados e uma das principais reclamações a nível ambiental. Segundo o sistema LiderA, o ruído pode ser reduzido na fonte através da não utilização de equipamentos ruidosos ou de equipamentos com potência sonora reduzida. Também é essencial localizar os equipamentos em zonas de menor proximidade, incluir isolamentos nas zonas onde se localizam e utilizar bons isolamentos acústicos (sobretudo em locais mais sensíveis). Estes parâmetros são abordados no programa base do projeto de um edifício, sendo também importante ter em consideração a redução dos níveis de ruído produzidos por fontes internas ou externas, através dos métodos referidos atrás (Pinheiro, 2010; Pinheiro, 2011-a).

6.4.5. Poluição Ilumino-térmica

Para obtenção da sustentabilidade segundo o sistema LiderA, a poluição ilumino-térmica descrita anteriormente (capítulo 5), inclui o efeito de ilha de calor (Pinheiro, 2011-a).

No entanto, durante a realização do programa base e no projeto base de um edifício é fundamental ter em conta a poluição ilumino-térmica, com o intuito de a minimizar. Assim sendo, deverá ser evitada a utilização de iluminação durante o período noturno, pois constitui uma fonte de poluição do edifício (Pinheiro, 2010; Pinheiro, 2011-a).

6.4.6. Perigos e Riscos Associados às Cargas Ambientais

Na Tabela A.3 (Anexo A.3) apresentam-se os principais riscos associados às cargas ambientais e as respetivas medidas preventivas. Os perigos e riscos identificados estão relacionados com as operações de manuseamento dos diversos elementos. Contudo, é importante salientar que as emissões atmosféricas e a poluição ilumino-térmica não apresentam perigos e riscos diretamente relacionados com os trabalhadores na construção de um edifício, mas sim perigos e riscos ambientais. Logo, as principais fontes de perigo e risco para os trabalhadores são os efluentes, os resíduos e o ruído exterior. O principal perigo que se encontra relacionado com os efluentes e com a produção de resíduos, podendo estes ser perigosos, são os perigos para a saúde, uma vez que nas operações que visam a instalação dos equipamentos de recolha, tratamento, evacuação ou reutilização, estão envolvidos perigos de origem química e elétrica.

Durante a exploração à ainda a relevar a probabilidade de exposição a perigos de origem biológica. No que diz respeito ao ruído exterior, este expõe os trabalhadores ao perigo de ruído e aos respetivos riscos inerentes. Durante as operações de manuseamento e aplicação, bem como na exploração do edifício e nas operações de manutenção, reparação, é fundamental proceder-se à eliminação/minimização dos perigos referidos. Para tal, deverá aplicar as respetivas medidas de proteção individuais e coletivas.

Através da análise da Tabela A.3 verificou-se que a maioria dos perigos que estão relacionados com os efluentes, resíduos e ruído exterior é o *stress* físico e emocional, *stress* organizacional, formação inapropriada, seleção inadequada de equipamentos e falta de meios de proteção e/ou prevenção. Por isso, é necessário aplicar as medidas preventivas referidas, pois estas permitem reduzir ou evitar tais riscos e consequentes danos nos intervenientes.

Para além dos perigos referidos, ainda existem os perigos para a saúde com origem nas operações de tratamento de águas residuais e de produção e gestão de resíduos, que podem

conter substâncias perigosas. Para os evitar ou minimizar dever-se-á aplicar as medidas preventivas mencionadas, bem com as que se encontram no Anexo 13, 16 e 17.

O perigo de exposição à eletricidade está relacionado com a instalação dos equipamentos necessários para o tratamento de águas residuais (efluentes). Relativamente ao ruído exterior, este apenas se pode mitigar através da implementação das medidas de segurança referidas.

O método de avaliação de riscos, que se apresenta em seguida, encontra-se descrito no capítulo 3 da presente dissertação. Este permite avaliar a gravidade de cada um dos perigos referidos na Tabela A.3. e elaborar um esquema de pormenorização onde é viável estimar o nível de risco através da conjugação da probabilidade de ocorrer e do seu grau de severidade (Tabela 15). As letras que aparecem na Tabela 15 correspondem aos diferentes perigos e consequentes riscos que se indicaram na Tabela A.3.

Tabela 15: Nível de risco.

Probabilidade	Severidade			
	Baixa	Média	Alta	Muito alta
Baixa		c. d.		
Média			a.	
Alta			b.	
Muito alta			e. h.	f. g.

A Tabela 15 permite verificar qual o risco que apresenta maior nível de severidade, bem como a probabilidade de ocorrer. Os riscos que apresentam maior severidade e probabilidade de ocorrer estão relacionados com os seguintes perigos: seleção inadequada de equipamentos, falta de meios de proteção/prevenção. Os restantes fatores de risco apresentam uma severidade e probabilidade mais baixa de ocorrer, sendo exemplo disso os perigos para a saúde, o perigo de eletricidade, a formação inapropriada, o *stress* físico e emocional, o *stress* organizacional e o ruído. Apesar desses riscos apresentarem um nível de severidade mais baixo, não são menos importantes quando comparados com os restantes. É de referir que a aplicação das medidas preventivas adequadas, todos esses riscos vão ser mitigados.

6.5. Conforto Ambiental

Na construção de um edifício é necessário ter conhecimento das diversas abordagens para a incorporação de todos os elementos que permitem atingir conforto ambiental. Para tal, dever-se-á ter em consideração a **qualidade do ar**, o **conforto térmico**, a **iluminação e acústica**, segundo os critérios do sistema LiderA. Esses parâmetros são tidos em consideração durante a elaboração do programa preliminar, onde são abordadas as soluções que criam ambientes que permitam o conforto e o bem-estar dos seres humanos, bem como a capacidade dos ocupantes para modificar e interagir com a qualidade do ar dos espaços interiores e com o ambiente térmico, luminoso e acústico (Pinheiro, 2010).

6.5.1. Qualidade do Ar

A qualidade do ar é um dos fatores que apresenta maiores repercussões na vida dos seres vivos. Atualmente constatou-se que existe uma degradação gradual da qualidade do ar interior dos edifícios. Na procura da sustentabilidade é relevante assegurar bons níveis de qualidade do ar, de acordo com o sistema LiderA (Pinheiro, 2011-a).

Na elaboração do programa base relativo à construção de um determinado edifício, a qualidade do ar deve ser garantida através da **ventilação natural** e a aplicação de medidas com vista à **redução de COV's**. Esses fatores são discriminados de forma detalhada no projeto base (Pinheiro, 2010).

A **ventilação natural** consiste na passagem de ar através da edificação, ingressando na mesma através de determinadas aberturas e saindo por outras. Ao abrir as janelas não se garante a renovação total do ar existente, num determinado compartimento. Contrariamente ao que se poderia pensar, o ar introduzido não se mistura na totalidade com o ar existente nos espaços por onde circula, podendo assim existir zonas de ar estagnado em espaços providos de aberturas de ventilação (Vieira, 2008).

Existem diferentes formas de ventilação natural, nomeadamente a ventilação por efeito de chaminé e sob a ação do vento. A ventilação por efeito de chaminé é uma forma de ventilação que se baseia na diferença de temperatura entre o ar exterior e interior do edifício, provocando assim uma deslocação de massa de ar da zona de maior pressão para a zona de menor pressão. A ventilação por ação do vento ocorre devido às diferenças de pressão provocadas pelo contacto do vento com o edifício. Quando o vento atingir a

superfície externa do edifício, origina zonas de sobrepressão (pressão superior à atmosférica) e zonas de subpressão (pressão inferior à atmosférica), cujo valor e distribuição depende da forma e dimensão do edifício, e das características do vento incidente. Simultaneamente, na parte interior da fachada geram-se pressões, provocadas pela incidência do vento na parte exterior (Vieira, 2008).

A remoção das emissões poluentes provocadas pelos materiais, antes da ocupação do edifício por parte dos utilizadores, pode ser obtida através do uso de sistemas de climatização mecânica, para que a qualidade do ar no futuro seja assegurada, tendo como principal finalidade a remoção de COV's (Sousa, 2012).

6.5.2. Conforto Térmico

O **conforto térmico** está relacionado com o conforto higrotérmico, sendo este um parâmetro relevante para o bem-estar dos utentes e diminuição dos gastos energéticos (Pinheiro, 2011-a).

O conforto térmico no interior dos edifícios é abordado no programa base, e deve satisfazer determinadas exigências, tendo em conta uma perspetiva de custo-qualidade e de redução dos consumos energéticos, que pode ser alcançada por determinadas disposições construtivas, sendo na sua maioria aplicadas à envolvente dos edifícios (Santos, 2010).

A avaliação da qualidade térmica de projetos de edifícios é a metodologia que relaciona os valores dos parâmetros térmicos dos edifícios característicos de projeto e os valores de referência que satisfazem as exigências de conforto (Santos, 2010).

Para se obter bons níveis de conforto térmico interior, é imprescindível ter-se em atenção a temperatura, a humidade e a velocidade do ar (Pinheiro, 2010). É de salientar que o controlo do ambiente interior é condicionado pelo ambiente exterior, sendo por isso necessário conhecer as características do clima do local onde vai ser implementado o edifício (Santos, 2010).

Relativamente ao projeto base, este irá incentivar o uso de iluminação natural através da arquitetura dos espaços, nomeadamente ao nível da organização, forma, dimensão dos vãos, materiais, entre outros. Também vai ser abordado nesta fase a utilização de sistemas de iluminação eficazes (Pinheiro, 2010).

É de referir que todos os parâmetros a considerar no conforto térmico têm de estar de acordo com o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE, 2006).

6.5.3. Iluminação e Acústica

A **iluminação** e a **acústica** são elementos importantes para os seres humanos, por isso é necessário garantir bons níveis de iluminação, ajustados às atividades presentes, isto é, um bom nível de iluminação no interior e no exterior do edifício, sendo esta natural ou artificial. Relativamente ao conforto acústico, este poder ser obtido através da manutenção dos níveis sonoros adequados às atividades, tendo como finalidade atingir níveis de conforto acústico nos ambientes construídos (Pinheiro, 2011-a). Para tal, durante a realização do programa base do projeto de um edifício é relevante assegurar bons níveis de iluminação, de acordo com a atividade desenvolvida, e evitar que o ruído no interior dos edifícios exceda os 35 dB (A) (Pinheiro, 2010). Já na elaboração do projeto base abordar-se-á de forma detalhada os parâmetros pré-definidos na fase anterior.

Os edifícios que procuram a sustentabilidade, segundo o sistema LiderA, devem privilegiar o uso de **iluminação** natural através da arquitetura dos espaços, devendo os espaços ocupados obter cerca de 75% de iluminação a partir da luz do dia, sendo esta obtida através da instalação de claraboias, janelas de grandes dimensões e átrios (Dewlaney *et al.*,2012).

Outra forma de obter bons níveis de iluminação é através do uso de sistemas de iluminação eficazes, que podem ser usados em cerca de 90% dos espaços, constituídos por sistemas de baixo consumo e sensores de presença e de controlo de tempo (Dewlaney *et al.*,2012).

Para se adquirir um **conforto sonoro** e/ou **acústico**, segundo o sistema LiderA é imprescindível obter-se níveis de ruído que não excedam os 35 dB (A) no interior dos edifícios, durante 24 horas por dia (Pinheiro, 2010).

O conforto a nível acústico é uma das principais exigências na construção, na generalidade das situações, sendo por isso necessário “construir” uma barreira que evite a transmissão de sons aéreos. Para minimizar essa transmissão de sons aéreos é relevante recorrer ao uso de isolamento nas paredes do edifício (Silva, 2011).

6.5.4. Perigos e Riscos Associados ao Conforto Ambiental

Na construção de um edifício que procura a sustentabilidade, de acordo com o sistema LiderA, é imprescindível ter em atenção os parâmetros referentes ao conforto ambiental, nomeadamente a qualidade do ar, o conforto térmico e a iluminação e a acústica. Os trabalhos inerentes à materialização destes parâmetros acarretam alguns perigos e consequentes riscos para os trabalhadores, sendo por isso essencial adotar medidas preventivas que os minimizem ou evitem. Na Tabela A.4 (Anexo A.4), estão citados alguns dos principais riscos associados a esta vertente, bem como as respetivas medidas preventivas a aplicar. Os perigos e riscos referidos estão relacionados com as operações de manuseamento e aplicação dos diversos elementos.

O perigo mais evidente nesta parte são os trabalhos em altura, pois a maioria das tarefas que garantem um conforto ambiental ao nível do edificado são realizadas nessas condições. Logo esse perigo está diretamente relacionado com a qualidade do ar (ventilação natural ou mecânica), conforto térmico e com a iluminação (janelas, claraboias, sensores, entre outros) e acústica e térmica (colocação de isolamento). Ainda existem outros perigos que se podem manifestar na execução dessas tarefas, nomeadamente *stress* físico e emocional, *stress* organizacional, formação inadequada, fadiga dos profissionais, queda de objetos, seleção inadequada de equipamentos e a falta de meios de proteção/prevenção.

No que diz respeito ao perigo de eletricidade, este pode ocorrer nas diferentes tarefas devido à utilização de equipamentos elétricos, enquanto que as condições meteorológicas podem afetar a realização das diferentes tarefas.

Nas operações de manuseamento e aplicação de materiais e na exploração do edifício, e nas operações de manutenção e reparação, é essencial proceder-se à eliminação/minimização dos perigos referidos. Para tal, dever-se-á aplicar as respetivas medidas de proteção individuais e coletivas, de forma a evitar danos e pôr em risco a segurança e saúde de todos os intervenientes.

Através da análise da Tabela A.4 é possível verificar que o perigo mais evidente de ocorrer são os trabalhos em altura, levando à ocorrência de quedas em altura, quedas em escadas e andaimes. Outros fatores de risco que se encontram relacionados com os três parâmetros abordados são: *stress* físico e emocional, *stress* organizacional, formação inadequada,

seleção inadequada de equipamentos e falta de meios de proteção/prevenção, queda de objetos e a fadiga dos profissionais. Assim sendo, é necessário aplicar as medidas preventivas indicadas, pois estas permitem reduzir ou evitar tais riscos e danos nos intervenientes, bem como as medidas que se apresentam no Anexo 13, 15, 16 e 17.

Para além dos perigos referidos existe ainda o perigo de exposição à corrente elétrica e os advindos da exposição às condições meteorológicas. Assim sendo, é indispensável recorrer à implementação de medidas coletivas e individuais para os atenuar.

Para a avaliação de riscos, que se apresenta de seguida, o método utilizado encontra-se descrito no capítulo 3 da presente dissertação. Este permite avaliar a gravidade de cada um dos perigos referidos na Tabela A.4, através da elaboração de um esquema de pormenorização onde é possível estimar o nível de risco através da conjugação da probabilidade de ocorrer e do seu grau de severidade (Tabela 16). As letras que se encontram na Tabela 16 correspondem aos diferentes perigos e consequentes riscos que se indicam na Tabela A.4.

Tabela 16: Nível de risco.

Probabilidade	Severidade			
	Baixa	Média	Alta	Muito alta
Baixa		c. d.		
Média				
Alta		g.	a. b. f.	h.
Muito alta			e.	i. j.

Analisando a Tabela 16 é possível verificar o risco que apresenta maior nível de severidade, bem como a probabilidade de acontecer. Desta forma, os riscos que têm maior severidade e probabilidade de ocorrer encontram-se relacionados com os seguintes perigos: trabalho em altura, eletricidade, formação inadequada, fadiga dos profissionais, queda de objetos, seleção inadequada de equipamentos, falta de meios de proteção/prevenção. No que diz respeito aos restantes fatores de risco, estes apresentam um nível de severidade e de probabilidade mais baixa, sendo exemplo disso o *stress* físico e emocional, o *stress* organizacional e as condições meteorológicas. Independentemente desses riscos

apresentarem um nível de severidade mais baixo, não são menos importantes quando comparados com os restantes. Caso as medidas preventivas a aplicar sejam adequadas, todos esses riscos vão ser minimizados.

6.6. Vivência Socioeconómica

Durante a construção de um edifício dever-se-á ter em consideração as diferentes abordagens para a incorporação de todos os elementos que permitem obter uma vivência socioeconómica. Esta é adquirida através do **acesso para todos**, da **diversidade económica**, das **amenidades e interação social**, da **participação e controlo** e dos **custos no ciclo de vida**, segundo os critérios do sistema LiderA.

No programa preliminar ir-se-á abordar a facilidade relativa à acessibilidade e à mobilidade, de forma a promover a variedade e a qualidade das amenidades locais e a facilidade da interação social. Também vai ser tido em consideração a aposta na diversidade económica, bem como a garantia do controlo e a segurança das pessoas e dos bens materiais e a redução dos custos no ciclo de vida (Pinheiro, 2010).

6.6.1. Acesso para Todos

Durante a fase de construção, operação e desativação das estruturas edificadas é necessário, em muitos casos, que haja mobilidade de materiais, pessoas, bens e serviços quer a nível de transporte, quer a nível de acesso para pessoas de reduzida mobilidade ou outras necessidades de inclusão (Pinheiro, 2011-a). Portanto, para se alcançar a sustentabilidade, de acordo com o LiderA, o programa base deve promover o **acesso aos transportes públicos** e, deve assegurar e incentivar a **mobilidade de baixo impacte** e a **acessibilidade a todos os cidadãos**. Estes aspetos são abordados de forma detalhada no projeto base, logo é fundamental que haja garantia de acesso aos transportes públicos ou a criação de acessos a nós de transportes públicos. Em alguns casos particulares pode-se recorrer à criação de mecanismos de transportes públicos próprios. Outro fator importante que deve ser promovido é a mobilidade de baixo impacte, através da criação de caminhos de circulação a pé ou de bicicleta, ou através da utilização de veículos híbridos ou elétricos ou de veículos em *polshare*, entre outros. Relativamente às soluções inclusivas, estas devem reduzir os locais com potenciais problemas de acessibilidade (Pinheiro, 2010).

6.6.2. Diversidade Económica

A diversidade é uma das componentes da sustentabilidade, a par da social e da ambiental. Neste sentido, a diversidade económica pode contribuir de diferentes formas para a vivência de um edifício, espaço exterior, empreendimento ou zona urbana, sendo de destacar algumas componentes consideradas no LiderA, principalmente a **flexibilidade**, a **dinâmica económica** e **trabalho local** (Pinheiro, 2011-a). Assim sendo, na elaboração do programa base de um edifício é relevante incentivar a flexibilidade dos espaços, potenciar e incentivar as atividades económicas locais e criar condições para gerar novos empregos no local. Estes fatores são descritos de forma pormenorizada no projeto base de um edifício.

Salienta-se que os fatores a ter em consideração na flexibilidade, na dinâmica económica e no trabalho local, já foram descritos anteriormente no capítulo 5.

6.6.3. Amenidades e Interação Social

A proximidade dos utentes a amenidades deve ser compreendida como uma mais-valia para o edificado (Pinheiro, 2011-a). Logo, o programa base de um projeto relativo à **amenidade e interação social** deve garantir o acesso a amenidades humanas ou naturais, bem como a **acessibilidade da comunidade** ao empreendimento. Todos os fatores referidos anteriormente vão ser abordados de forma detalhada no projeto base de um edifício (Pinheiro, 2010).

As amenidades locais devem quantificar as amenidades naturais e humanas existentes na envolvente, bem como determinar a distância a cada uma dessas amenidades, segundo um percurso que possa ser facilmente percorrido a pé (Pinheiro, 2010).

Relativamente à interação com a comunidade, é necessário incentivar que haja intervenções que permitam a integração e a acessibilidade da comunidade ou empreendimento. Também deve possibilitar aos não residentes do edifício usufruir dos espaços exteriores naturais de lazer e/ou desporto, destinados a qualquer faixa etária (Pinheiro, 2010).

6.6.4. Participação e Controlo

Este parâmetro de avaliação da vivência socioeconómica, segundo o sistema LiderA, deve promover uma boa interação com a comunidade, deve evitar os riscos inerentes às soluções

arquitetónicas adotadas e deve aplicar medidas de **controlo e inibição da criminalidade**. Estes aspetos são referenciados na elaboração no programa base, sendo posteriormente tratados de forma detalhada no projeto base. Logo, a **capacidade de controlo** deve aumentar a controlabilidade ao nível do conforto (humidade, temperatura, ventilação, sombreamento e iluminação) e procurar soluções que consigam abranger todas essas áreas e que promovam a interligação entre as mesmas (Pinheiro, 2010).

Ainda na partição e controlo, é necessário ter em conta os seguintes parâmetros: as **condições de participação e governância**, o **controlo de riscos naturais** e o **controlo das ameaças humanas**. Estes já foram abordados atrás (capítulo 5), pelo que não se efetua qualquer tipo de descrição.

6.6.5. Custos no Ciclo de Vida

Os custos é um dos aspetos que apresenta maior peso na construção, devido ao facto de se refletirem em todo o tempo de vida útil de uma obra, por isso, devem ser perspetivados os custos relativos ao ciclo de vida (Pinheiro, 2011-a). Os custos relacionados com o ciclo de vida de um edifício são abordados no programa base do mesmo, bem como o incentivo à existência de uma boa relação custo/qualidade. Este último parâmetro é abordado de forma detalhada no projeto base, através do incentivo a uma boa relação custo/qualidade ao nível dos materiais, equipamentos, sistemas e elementos existentes no edifício (Pinheiro, 2010).

6.6.6. Perigos e Riscos Associados às Vivências Socioeconómicas

Na implantação de um edifício que tem como principal finalidade procurar a sustentabilidade, segundo o sistema LiderA, é fundamental ter em conta os parâmetros referentes à vivência socioeconómica. O princípio que acarreta alguns perigos e consequentes riscos para os trabalhadores é a construção de acessos para todos, sendo por isso necessário adotar medidas preventivas que os possam mitigar ou evitar. Na Tabela A.5 (Anexo A.5), estão mencionados alguns dos principais riscos relacionados com a vivência socioeconómica, bem como as respetivas medidas preventivas a aplicar. Os perigos e riscos citados estão relacionados com as operações de manuseamento dos diferentes elementos.

O perigo mais evidente nesta parte é a movimentação de terras, pois para a construção de vias de acesso ao edificado é necessário ter em conta esse parâmetro. Ainda associados aos

movimentos de terras existem outros perigos e riscos, tais como atropelamento, colisão com máquinas, ruído, inalação de poeiras, vibrações e capotamento de máquinas. Todos os perigos e riscos referidos anteriormente estão diretamente relacionados a construção de acessos para todos.

Para além dos fatores de risco referidos, também foram tidos em conta outros fatores, nomeadamente a formação inapropriada das equipas de trabalho, a falta de meios de proteção e/ou prevenção e a seleção inadequada de equipamentos.

Os riscos referidos podem ser mitigados ou evitados através da aplicação de medidas preventivas que não ponham em causa a segurança e a saúde dos trabalhadores e de todos os intervenientes na realização das tarefas que apresentam perigo. Tais medidas encontram-se pormenorizadas na Tabela A.5.

Através da análise da Tabela A.5 é possível verificar que o perigo mais evidente é a movimentação de terras, levando à ocorrência de atropelamentos, esmagamentos, soterramentos e colisão com máquinas. Outros fatores de risco associados são: inalação de poeiras, ruído, vibrações, capotamento de máquinas, formação inapropriada, falta de meios de proteção/prevenção e a seleção inadequada de equipamentos, sendo fundamental empregar as medidas preventivas que se referem, para minimizar ou evitar tais riscos e danos dos intervenientes. Também se devem aplicar as medidas preventivas apresentadas no Anexo 13 e 17.

O método de avaliação de riscos utilizado em seguida encontra-se descrito atrás, e tem como principal finalidade avaliar a gravidade de cada um dos perigos citados na Tabela A.5. Essa avaliação é conseguida através da realização de um esquema de pormenorização onde é possível estimar o nível de risco aquando da conjugação da probabilidade de ocorrer com o grau de severidade (Tabela 17). Relativamente às letras que se encontram na Tabela 17 correspondem aos diferentes perigos e consequentes riscos que se indicaram na Tabela A.5.

Tabela 17: Nível de risco.

Probabilidade	Severidade			
	Baixa	Média	Alta	Muito alta
Baixa				
Média			g.	b. c.
Alta			a.	
Muito alta		d. f.	e. h.	i. j.

Depois de analisada a Tabela 17 é possível verificar qual o risco que apresenta maior nível de severidade, assim como a probabilidade de ocorrer, que estão relacionados com o atropelamento, colisão com máquinas, seleção inadequada de equipamentos e falta de meios de proteção/prevenção. Os restantes fatores de risco têm uma severidade mais baixa, apesar de alguns apresentarem uma probabilidade de ocorrer elevada, sendo esses perigos os movimentos de terra, a inalação de poeiras, o ruído, as vibrações, a formação inapropriada e o capotamento de máquinas.

Todos os perigos referidos anteriormente vão ser mitigados, após a aplicação das medidas preventivas referidas (Tabela A.5).

6.7. Uso Sustentável

O sistema LiderA define o uso sustentável como o resultado final em termos de desempenho e de nível de sustentabilidade. Estes dependem de vários componentes, tais como os projetados e os construídos, os sistemas adotados e a forma de utilização e manutenção dos ambientes construídos (Pinheiro, 2011-a).

No projeto de um edifício, para este ser sustentável, no programa preliminar relativo ao uso sustentável deve existir a disponibilização da informação mais importante para os agentes envolvidos nas diversas fases do ciclo do edifício. Também deve incentivar a implementação de sistemas de gestão ambiental, através da inovação de práticas, que explorem novas abordagens para obter a sustentabilidade (Pinheiro, 2010). Para tal, segundo o sistema LiderA dever-se-á ter em atenção uma adequada **gestão ambiental** e a **inovação**.

6.7.1. Perigos e Riscos Associados ao Uso Ambiental

Durante a construção de um edifício que procura a sustentabilidade, tendo em conta os critérios do sistema LiderA relacionados com o uso sustentável, nomeadamente a gestão ambiental e a inovação, é importante referir que estes representam a fase final de avaliação de um projeto. Logo, não apresentam qualquer tipo de perigos e riscos durante a construção de um determinado edifício, pelo que não serão apresentados. É de referir que o uso sustentável é uma espécie de análise e síntese de todas as abordagens anteriores, segundo este sistema de análise de sustentabilidade.

6.8. Síntese: Perigos, Risco e Medidas Preventivas

Na Tabela 18 apresenta-se de forma sintetizada os perigos e consequentes riscos inerentes aos diferentes parâmetros que permitem obter a sustentabilidade de um edifício, segundo o sistema LiderA, no que diz respeito à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica.

Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos).

Identificação dos Perigos e Riscos			
Atividade	Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
Integração local	a. Demolições	Queda em altura ou ao mesmo nível das pessoas, quedas de materiais por desmoronamento ou desabamento, pancadas e cortes devido à utilização de equipamentos, ferramentas e veículos, e projeção de elementos demolidos, empoeiramento (Dias, 2013-a).	Escoramento de edifícios, delimitação e proteção da área, utilização adequada dos meios de proteção individual (capacete, óculos de proteção, mascaras de proteção, luvas e botas), humedecimento dos elementos a demolir (Dias, 2013- b).

Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos			
Atividade	Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
Integração local, Vivência Socioeconómica	b. Movimento de terras	Soterramento, atropelamentos esmagamento e colisão com máquinas (Vasco, 2013-a).	Condutor manobrador com qualificação, boa coordenação entre os vários intervenientes, conhecimento do tipo de terreno e das possíveis infraestruturas existentes nas proximidades, evitar a permanência de trabalhadores nas zonas de operação/circulação de veículos, os caminhos de circulação devem estar bem organizados, em bom estado, os veículos devem estar devidamente sinalizados a nível sonoro e luminoso e todos os acessos devem permitir a mobilidade necessária (Vasco, 2013-b).
Integração local, Recursos, Cargas Ambientais, Conforto Ambiental, Vivência Socioeconómica	c. Formação inapropriada	Lesões devido à má ou não aplicação das regras de segurança.	Formação contínua relativamente a práticas e procedimentos de segurança na execução das tarefas e aos riscos a que possam estar expostos (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
Integração local, Recursos, Cargas Ambientais, Conforto Ambiental, Vivência Socioeconómica	d. Falta de meios de proteção/prevenção	Acidentes e lesões dos trabalhadores	A falta de meios de proteção ou prevenção decorrente das verbas orçamentadas para a segurança serem inexistentes ou diminutas ou devido à ausência de cultura de segurança, pelo que não são implementadas as medidas necessárias (Pinto <i>et al.</i> , 2011).

Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos			
Atividade	Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
Integração local, Recursos, Cargas Ambientais, Conforto Ambiental, Vivência Socioeconómica	e. Seleção inadequada de equipamentos	Acidentes e lesões dos trabalhadores	A seleção apropriada de equipamentos, o seu uso correto e inspeção periódica são fatores importantes para a produtividade, eficiência e segurança no local de trabalho (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
Integração local, Recursos, Cargas Ambientais, Vivência Socioeconómica	f. Ruído	Perda de audição, zumbidos e surdez	Eliminar ou reduzir a fonte de ruído, limitar a duração e a intensidade da exposição, adotar métodos que minimizem a exposição de ruído e utilização de proteções auditivos.
Integração local, Recursos, Vivência Socioeconómica	g. Inalação de poeiras	Problemas respiratórios	Eliminação ou redução da emissão de poeiras, modificação dos processos para produzir menos poeiras e recorrer a processos húmidos.
Integração local, Recursos, Vivência Socioeconómica	h. Vibrações	Perturbações musculoesqueléticas, neurológicas e vasculares	Usar meios que reduzam a fonte de emissão de vibrações, adotar métodos de trabalho alternativos, instalar equipamentos auxiliares para reduzir o risco de lesões, limitar a duração e a intensidade de exposição (Decreto-Lei nº46, art. 6º, 24 de Fevereiro de 2006).
Integração local, Recursos	i. Projeção de partículas	Lesões ao nível dos olhos	Deve-se utilizar essencialmente óculos de proteção ou máscaras de proteção do rosto (não especificamente para este risco mas para os outros deve-se também usar capacete e botas de proteção).

Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos			
Atividade	Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
Integração local	j. Contaminação dos solos	Aumento das áreas contaminadas, indivíduos e bens contaminados (Cortes, 2013)	Para minimizar os riscos é fundamental evitar o contacto entre os indivíduos e as zonas contaminadas, extinguir a fonte de poluição, conter a dispersão de poluentes e proceder à descontaminação do local. A contenção da dispersão dos poluentes e a descontaminação do local são tarefas que dependem essencialmente da mobilidade e comportamento de poluentes no subsolo, afetados pelas características do meio envolvente e pelas propriedades físicas, químicas e biológicas dos poluentes (Cortes, 2013).
Integração local	k. Localização adjacente de outros edifícios ou infraestruturas	Deterioração das infraestruturas existentes, deterioração de edifícios, desabamento, desmoronamento.	Para minimizar os riscos é essencial que exista uma localização prévia das infraestruturas e dos edifícios existentes, bem como uma análise do estado de conservação destes e das suas condições de segurança.
Recursos, Conforto Ambiental	l. Trabalhos em altura	Quedas em altura	O risco de queda em altura pode ser evitado/minimizado durante a fase de projeto (caso seja possível), através de soluções de projeto, ou controlados mediante a adoção de medidas de segurança e de organização do trabalho (Lozano, 2008). No caso do trabalho ser realizado na cobertura deve-se utilizar proteções contra quedas,

Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos			
Atividade	Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
Recursos, Conforto Ambiental (cont.)			nomeadamente guarda-corpos. No caso de se utilizar andaimes, estes devem estar equipados com proteções laterais e longitudinais - guarda-corpos, pranchas metálicas e acesso adequados entre os seus vários níveis. Outras medidas preventivas possíveis de adotar são a nível individual (capacete de proteção, sistema de amarração ao posto de trabalho e sistema anti-queda, luvas e botas (SEGURANÇA, 2013 -a).
Recursos, Cargas Ambientais	m. Perigos para a saúde	Acidentes e doenças profissionais (substâncias e produtos químicos) (OIT,2008).	Para a eliminação do risco na fase de projeto substituem-se, sempre que possível, as substâncias e produtos nocivos por outros não nocivos ou menos nocivos. Para a diminuição dos riscos é necessário efetuar-se durante a fase de projeto um planeamento de medidas preventivas, nomeadamente a conceção e organização dos métodos de trabalho, da escolha e aplicação dos equipamentos de trabalho e dos métodos de manutenção de instalações e equipamentos. Outra forma de minimizar o risco é através do número de trabalhadores expostos aos riscos, bem como o tempo e o grau de exposição, do adequado armazenamento, transporte e

Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos			
Atividade	Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
Recursos, Cargas Ambientais (cont.)			manuseamento dos elementos que contêm substâncias químicas nocivas, da implementação de medidas de higiene pessoal e do local de trabalho. Também se deve efetuar o planeamento da vigilância da saúde dos trabalhadores expostos e adotar técnicas de proteção coletivas situadas, tanto quanto possível, na fonte de risco. Utilização de equipamentos de proteção individual (proteção da cabeça, proteção das vias respiratórias (se necessário), proteção dos pés, proteção das mãos e proteção do corpo (utilização de impermeáveis se necessário)) (Cabral, 2011; Dewlaney <i>et al.</i> ,2012).
Recursos	n. Fragilidade dos materiais	Quebra ou deterioração dos materiais e ferimentos dos trabalhadores	Para minimizar os riscos é essencial selecionar os materiais a elevar para minimizar os riscos de instalação/colocação, bem como a utilização de equipamentos que facilitem o seu manuseamento. É imprescindível ter cuidados acrescidos no transporte e colocação desses materiais ou equipamentos frágeis. Utilização dos principais elementos de proteção individual (botas, capacete, luvas, sistemas anti-quedas em altura).

Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos			
Atividade	Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
Recursos, Cargas Ambientais, Conforto Ambiental	o. <i>Stress</i> físico e emocional	Aparecimento de doenças do foro psicológico, frustração, exaustão e perda de personalidade	Para evitar tais ocorrências é necessário melhorar o comportamento de segurança através duma gestão eficaz dos níveis de stress dos trabalhadores. Isto é conseguido através da existência de uma boa organização e do fornecimento de equipamentos de segurança. Para se melhorar o comportamento a nível do <i>stress</i> emocional é essencial que os trabalhadores tenham sessões de esclarecimento, nas quais se tratem temas como a segurança em operações específicas de trabalho. Deve ainda existir segurança adequada ao nível de equipamentos, isto para que os trabalhadores realizem as tarefas de forma mais segura independentemente do seu comportamento (Leung <i>et al.</i> , 2012).
Recursos, Cargas Ambientais, Conforto Ambiental	p. <i>Stress</i> organizacional	Tratamento inadequado dos trabalhadores e utilização inadequada de equipamentos de segurança	Os trabalhadores da construção lidam diariamente com tarefas de grande perigo, uma vez que utilizam equipamentos de segurança inadequados, que pode levar ao aparecimento de lesões e à ocorrência de acidentes graves ou mortais (Leung <i>et al.</i> , 2010 <i>cit.</i> Leung <i>et al.</i> , 2012). No caso dos trabalhadores que realizam tarefas dinâmicas e perigosas devem

Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos			
Atividade	Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
Recursos, Cargas Ambientais, Conforto Ambiental (cont.)			receber formação em segurança relacionada com essas atividades (Ahmed <i>et al.</i> , 2000; Toole, 2002 <i>cit.</i> Leung <i>et al.</i> , 2012). Isto aplica-se sobretudo para os técnicos, cujas tarefas exigem a concretização de uma variedade de competências e conhecimentos específicos de construção (Leung <i>et al.</i> , 2012). A formação em segurança é fundamental para levar à prática de comportamentos adequados e evitar danos nos locais de trabalho (Choudhry <i>et al.</i> , 2008 <i>cit.</i> Leung <i>et al.</i> , 2012). Uma formação inadequada pode ser stressante para os trabalhadores, levando ao aumento do desconforto psicológico (Leung <i>et al.</i> , 2012).
Recursos, Cargas Ambientais, Conforto Ambiental	q. Eletricidade	Eletrização ou electrocução	As intervenções em instalações elétricas devem ser realizadas por técnicos qualificados, que as devem efetuar fora de tensão. Existem vários tipos de medidas a tomar para assegurar a segurança e proteção contra os riscos elétricos, tais como isolamento dos elementos condutores e de todas as partes ativas. As instalações devem ser devidamente identificadas e sinalizadas (perigo de eletrocussão), devem utilizar-se de equipamentos de proteção individual (luvas

Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos			
Atividade	Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
Recursos, Cargas Ambientais, Conforto Ambiental (cont.)			dielétricas) e sempre que possível, deve desligar a alimentação da energia elétrica aos equipamentos onde se vai intervir para qualquer verificação ou reparação elétrica. Devem ainda ser implementadas medidas de proteção coletiva tais como utilizar equipamentos elétricos de baixa tensão, diferenciais de alta sensibilidade e sistemas de corte de tensão (SEGURANÇA, 2013-b; PC,2013).
Recursos, Conforto Ambiental	r. Fadiga dos profissionais	Aparecimento de lesões devido ao esforço físico excessivo ou aos movimentos repetitivos	Os equipamentos colocados à disposição dos trabalhadores devem ser usados corretamente, sobretudo os equipamentos de proteção individual. Também se deve avaliar o peso dos elementos a manusear, antes de serem transportados ou manuseados manualmente, avaliar a altura a elevar a carga e usar equipamentos de elevação e de transporte adequados (SEGURANÇA, 2013-c).
Recursos, Conforto Ambiental	s. Condições meteorológicas	Quedas e escorregamento em zonas de trabalho elevadas	As medidas preventivas que se devem utilizar são: plataformas de trabalho seguras dotadas de guarda-corpos e guarda cabeças, uso de calçado apropriado, escadas de telhador e tábuas de rojo (Decreto nº 41821, art. 4º, de 11 de Agosto de 1958).

Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos			
Atividade	Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
Recursos, Conforto Ambiental	t. Queda de objetos	Lesões dos trabalhadores e intervenientes na obra	Para minimizar os riscos é fundamental aplicar medidas de proteção contra quedas de objetos. A proteção a utilizar contra a queda de objetos deve ser garantida, através da implementação de sistemas de proteção coletiva adequada, nomeadamente, guarda-cabeças, telas ou redes de proteção, plataformas de carga e descarga. É importante salientar que as vias de circulação e os caminhos pedonais devem ser afastados dos locais onde exista risco de queda de objetos, especialmente em altura (Baptista, 2013).
Recursos	u. Abertura de valas	Quedas e soterramento.	Para reduzir os riscos no trabalho em valas, estas devem ser inspecionadas por pessoas competentes e os depósitos de escavação devem ser colocados a uma distância de segurança da vala, não devendo permanecer numa zona que prejudique os trabalhadores ou o trânsito. Também deve existir sinalização de segurança nas valas, bem como na sua proximidade e a sua abertura deve ser executada por profissionais especializados e a proteção contra derrocadas deve cobrir toda a superfície lateral da vala e prolongar-se acima do nível do terreno (Segurança, 2013-d).

Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos			
Atividade	Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
Recursos, Vivência Socioeconómica	v. Atropelamento	Ferimentos ou lesões	Para minimizar os riscos os acessos para pessoal e veículos devem ser construídos separadamente, os veículos e máquinas utilizadas devem estar devidamente sinalizadas a nível luminoso e acústico. Também deve ser proibido todo e qualquer trabalho ou a permanência de trabalhadores no raio de ação das máquinas e se houver necessidade de aproximar máquinas ou camiões do bordo da escavação (carregar ou descarregar), devem ser postos batentes a uma distância mínima de 2m para prevenir possíveis vibrações decorrentes do tráfego (Vasco, 2013-b).
Recursos, Vivência Socioeconómica	w. Colisão com máquinas	Ferimentos vários.	Para mitigar os riscos, todos os caminhos de circulação devem ser devidamente sinalizados e com largura suficiente para evitar choques frontais, os acessos a todos os locais de trabalho devem permitir a mobilidade necessária para efetuar o trabalho em segurança e a rápida evacuação em caso de emergência e os caminhos devem ser mantidos em boas condições para a circulação (Vasco, 2013-b).

Tabela 18: Identificação dos perigos e riscos associados à integração local, aos recursos, às cargas ambientais, ao conforto ambiental e à vivência socioeconómica (acesso para todos) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos			
Atividade	Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
Recursos	x. Queda de materiais	Lesões dos trabalhadores e intervenientes na obra	Para minimizar os riscos referidos anteriormente é fundamental garantir a utilização de proteção contra a queda de objetos, através da implementação de sistemas de proteção coletiva adequada, nomeadamente telas ou redes de proteção, plataformas de carga e descarga. As vias de circulação e os caminhos pedonais devem ser afastados dos locais onde exista risco de queda de objetos, especialmente em altura (Baptista, 2013).
Vivência Socioeconómica	y. Capotamento de máquinas	Ferimentos ou lesões.	Para evitar tais riscos é fundamental que o manobrador respeite a carga máxima, sem os sobrecarregar (Dias, 2013-c).

Na Tabela 18 sintetiza-se a avaliação de riscos relativo a cada um dos aspetos analisados.

Tabela 19: Nível de Risco.

Probabilidade	Severidade			
	Baixa	Média	Alta	Muito alta
Baixa		o. p.		
Média			m. n. y.	v. w.
Alta		s.	b. q. r.	a. k. l. t. u. x.
Muito alta		g. h. i.	c. f.	d. e. j.

Como já foi referido nas análises parcelares anteriores os riscos que apresentam maior severidade e probabilidade de ocorrer estão relacionados com os perigos inerentes às operações de demolição, localização adjacente de outros edifícios ou infraestruturas, trabalhos em altura, queda de objetos, abertura de valas, queda de materiais, falta de meios de proteção/prevenção, seleção inadequada de equipamentos, atropelamento, colisão com máquinas e a contaminação dos solos. Os outros fatores de risco apresentam uma severidade mais baixa, apesar da probabilidade de ocorrerem ser elevada.

Capítulo 7 – Caso de Estudio

7. CASO DE ESTUDO – APLICAÇÃO DAS MEDIDAS PREVENTIVAS

Salienta-se que não foi possível efetuar um caso de estudo relacionado com a construção de um edifício, segundo os critérios do sistema LiderA. Assim sendo, para a presente dissertação o caso de estudo que se irá apresentar, consiste simplesmente num estudo exploratório de três projetos publicados pelo LiderA em 2010 (*Manual para Projetos de Licenciamento com Sustentabilidade segundo o Sistema LiderA*). Tendo em conta as características desses projetos, ir-se-á avaliar as suas diferentes fases para se obter a sustentabilidade na ótica da prevenção de riscos profissionais. Assim, através da avaliação dessas características ir-se-á verificar quais as medidas preventivas a aplicar aquando da conceção dos diferentes projetos-modelo comparativamente com a construção tradicional.

7.1. Programa Preliminar

Nesta fase inicial do projeto vão ser apresentadas determinadas indicações para a elaboração do programa preliminar dos projetos-modelo de carácter habitacional denominados por “Quarteirão OCTO”, “Edifício HEXA” e “Moradia Urbana”. A construção destes têm como principal finalidade constituir uma mais-valia, tanto para os utilizadores, como para o meio ambiente. Os projetos-modelo referidos, também pretendem destacar a relação/condições de compra e o bom desempenho a nível energético e ambiental (Pinheiro, 2010).

Os projetos-modelo apresentados deverão localizar-se em meio urbano, pelo que poderão ser adaptáveis a várias cidades portuguesas (Pinheiro, 2010).

7.1.1. Aplicação ao Quarteirão OCTO

O projeto OCTO tem como principal objetivo a elaboração de um quarteirão constituído por edifícios de habitação coletiva semelhantes e adaptados às diferentes orientações solares, e cuja localização no quarteirão (Figura 18) formalizem um logradouro semipúblico, tais como os espaços de lazer para os moradores. Os pisos superiores do edifício são apenas para uso habitacional (de tipologia T3), enquanto que ao nível do piso térreo os edifícios vão abranger zonas destinadas à atividade comercial e empresarial. Ainda podem abranger zonas de usufruto do condomínio. Relativamente às zonas

exteriores do edifício, estas devem ser constituídas por espaços verdes comuns de lazer, com possibilidade de produção alimentar (Pinheiro, 2010).

Segundo o promotor, a área do lote deve estar compreendida entre 8.000 m² e 10.000 m² e uma área de construção entre 23.000 m² e os 26.000 m², para um total de 8 edifícios. Um dos objetivos do promotor consiste em incentivar a uma boa integração local, definindo assim o número de pisos que constituem o edifício (entre os 4 e 8 pisos cima do solo). É de salientar que as áreas verdes devem ocupar pelo menos 30% da área total (Pinheiro, 2010).

Todas as características avaliadas, segundo o sistema LiderA, para a obtenção da certificação referida anteriormente, encontram-se descritas no Anexo A.6.



Figura 18: Localização da zona a intervir – Quarteirão OCTO (Pinheiro, 2010).

7.1.2. Aplicação ao Edifício HEXA

O programa preliminar referente ao edifício HEXA deverá apresentar um conjunto de valências, de acordo com as exigências do promotor. Também deve apresentar as características do edifício, sobretudo a forma e a dimensão dos diferentes espaços, tendo em conta as seguintes funções: apartamentos de habitação T3 (área entre 130 m² e 150 m²), uma zona comercial ou empresarial para aluguer ou renda do condomínio, estacionamento subterrâneo com zonas de arrumos e áreas técnicas e um logradouro para lazer dos moradores com zonas verdes, principalmente para produção alimentar. O edifício deve apresentar a forma retangular, onde deverá ser garantida a profundidade de empena máxima prevista pelo PDM local. A área de implantação do edifício deverá estar compreendida entre 300 e 400 m² e a área bruta de construção depende do número de pisos

adotados (entre 4 e 8 pisos) (Figura 19). É de referir que no quarteirão deverão ser construídos 12 edifícios (Pinheiro, 2010).

Do ponto de vista da sustentabilidade é fundamental que o edifício a implantar seja eficiente e que seja classificado entre C e A, devido aos limites orçamentais (Pinheiro, 2010).

As características referidas anteriormente vão ser avaliadas, segundo o sistema LiderA, com o intuito de obter a referida certificação. Essas características encontram-se descritas no Anexo A.6.



Figura 19: Localização da zona a intervir – Edifício HEXA
(Pinheiro, 2010).

7.1.3. Aplicação à Moradia Urbana

O programa preliminar da moradia unifamiliar urbana indica determinados requisitos relacionados com a função habitacional, sendo constituída por: três quartos, uma *suite*, uma zona comum de sala de estar/jantar, zonas de serviço (arrumos, garagem, instalações sanitárias, cozinha), estacionamento para dois veículos um dos quais deve ser coberto com acesso ao interior, uma zona exterior para lazer dos moradores, que poderá prever a possibilidade de introdução de uma piscina e uma zona destinada à atividade de produção alimentar. O projeto da moradia urbana tem como principal objetivo efetuar o desenvolvimento de uma moradia unifamiliar T4, com uma área de implantação a variar entre 200 m² e 300 m². A área bruta de implantação não deve ultrapassar os 450 m², podendo levar à construção de uma moradia com dois pisos, e as zonas verdes devem

corresponder pelo menos a 40% da área do lote (Figura 20). A certificação da moradia deve ser de classe A ou superior (Pinheiro, 2010).

Para se obter a certificação é fundamental avaliar as características de implantação do edifício, segundo o sistema LiderA (Anexo A.6).



Figura 20: Localização da zona a intervir - Moradia Urbana (Pinheiro, 2010).

7.2. Programa Base

O programa base deve interpretar os objetivos do promotor e procurar encontrar a concretização e a viabilidade das soluções a adotar. Contudo, os projetistas devem utilizar o sistema LiderA desde a primeira fase, de forma a atingir um bom nível de desempenho ambiental do projeto (Pinheiro, 2010).

7.2.1. Aplicação ao *Quarteirão OCTO*

O quarteirão OCTO poderá ser considerado como uma solução possível de construir de forma convencional, no entanto, tende a integrar sistemas e soluções pontuais, com o intuito de responder ao desempenho ambiental desejado, alargando a procura da sustentabilidade a todo o quarteirão. Este projeto tem como principal objetivo produzir edifícios de habitação coletiva semelhantes, adaptados às diferentes orientações solares, agrupados por um logradouro semipúblico, para lazer dos moradores. No piso térreo, deve existir zonas destinadas às atividades terciárias e zonas destinadas a atividades relacionadas com o quotidiano do condomínio (salas multiusos, arrumos, etc) (Pinheiro, 2010).

A arquitetura (Anexo A.7) e o processo construtivo têm como principal finalidade otimizar a implantação e orientação solar dos mesmos, através do desenvolvimento de soluções de fenestração seletiva e de aproveitamento solar local, com recurso a fontes de energia renovável. Também existe a possibilidade dos edifícios serem alterados, para atingirem níveis crescentes de desempenho ambiental e de sustentabilidade. Estes vão ser ajustados ao mercado ou ao potencial ambiental pretendido (Pinheiro, 2010).

A avaliação feita ao programa base permite verificar que o quarteirão OCTO, nesta fase apresenta preocupações alargadas, sobretudo no que diz respeito à sustentabilidade (Anexo A.10). Deste modo, a avaliação realizada permite analisar as estratégias e os pressupostos assumidos nesta fase, para responder ao programa preliminar (Pinheiro, 2010).

7.2.2. *Aplicação ao Edifício HEXA*

O edifício HEXA pode ser considerado como uma solução convencional, sobretudo a nível do processo construtivo proposto (betão e alvenaria). Também tende a incorporar sistemas e soluções pontuais, para responder ao desempenho ambiental pretendido (Pinheiro, 2010).

A arquitetura (Anexo A.9) e o processo construtivo devem possibilitar que o edifício seja replicado no quarteirão, podendo os mesmos sofrer modificações, com o intuito de atingirem níveis crescentes de desempenho ambiental e de sustentabilidade, de forma a serem ajustados ao mercado pretendido (Pinheiro, 2010).

A avaliação efetuada ao programa base permite concluir que o edifício HEXA assume nesta fase preocupações alargadas para adquirir a sustentabilidade (Anexo A.10). Logo, a avaliação efetuada permite analisar as estratégias e os pressupostos assumidos pelo projetista, como resposta ao programa preliminar adotado pelo promotor (Pinheiro, 2010).

7.2.3. *Aplicação à Moradia Urbana*

A moradia urbana (Anexo A.9) pode ser considerada uma solução convencional, tal como o edifício HEXA (Pinheiro, 2010).

A avaliação efetuada ao programa base permite verificar que o edifício da moradia é a resposta ao programa preliminar apresentado pelo promotor. Também, apresenta preocupações alargadas, tal como o edifício HEXA, relativamente à obtenção da sustentabilidade. É de salientar que este edifício unifamiliar pode contribuir de forma mais

alargada para a sustentabilidade (Anexo A.10). Esta avaliação permite concluir que este projeto irá contribuir de forma positiva para o quotidiano em que se insere (Pinheiro, 2010).

7.3. Projeto Base

O sistema LiderA tem como principal objetivo mencionar as orientações que permitam facilitar a tomada de decisão das entidades envolvidas nos projetos a licenciar, segundo uma perspetiva de sustentabilidade que se pretende atingir (Pinheiro, 2010).

O projeto de licenciamento tenciona efetuar a escolha de soluções para satisfazer o que é pretendido pelo promotor e os devidos níveis de sustentabilidade (Anexo A.11) (Pinheiro, 2010).

Nesta fase, os documentos necessários devem estar implícitos nas memórias descritivos e explícitos nas peças desenhadas (Anexo A.12) (Pinheiro, 2010).

7.4. Síntese

Os projetos apresentados no presente caso de estudo desenvolvem trabalhos que normalmente não são realizados na construção convencional. Alguns desses trabalhos estão relacionados com a execução de coberturas ajardinadas, colocação de sistemas de sombreamentos dos envidraçados, sistemas de captação de águas pluviais na cobertura, sistemas de armazenamento de águas pluviais e sistemas de tratamento de águas residuais. Para além dos trabalhos relacionados com as atividades apresentadas anteriormente, ainda existem outras que são comuns e/ou semelhantes aos da construção convencional, sobretudo no que diz respeito à colocação de envidraçados, de isolamento interior e exterior, movimentos de terras, construção de acessos e estacionamento subterrâneo, instalação de sistemas de águas quentes sanitárias (AQS) e de painéis fotovoltaicos (PV).

Segundo o artigo publicado por Dewlaney e Hallowell, a instalação de coletores solares ou de painéis solares encontra-se associada à construção sustentável, mas atualmente a sua colocação é obrigatória, quer em edifícios novos, feitos segundo a construção convencional ou sustentável, quer em edifícios reabilitados (Decreto-Lei nº 80/2006, de 4 de Abril).

Todas as atividades e/ou trabalhos desenvolvidos na construção dos projetos-modelo (construção sustentável segundo os critérios do sistema LiderA) e na construção convencional acarretam perigos e conseqüentes riscos, sendo o principal perigo os trabalhos em altura. Estes causam ferimentos fatais e graves, pelo que é fundamental a existência de uma boa de avaliação de riscos.

É de salientar que mais de 60% das mortes que ocorrem durante a execução dos trabalhos em altura envolvem essencialmente quedas em escadas, andaimes, plataformas de trabalho e da bordadura das coberturas, podendo também verificar-se quedas em zonas frágeis dos telhados ou claraboias (HSE, 2013-a).

A instalação de PV e de coletores solares não é um trabalho de curta duração e envolve alguns perigos, tais como trabalhos em altura, exposição a perigos de origem elétrica e perigos para a saúde, podendo por sua vez levar à queda de objetos e fadiga dos profissionais (HSE, 2013-b). Logo, é necessário aplicar as respetivas medidas preventivas de forma a mitigá-los, tanto na construção convencional, como no tipo de construção utilizada nos projetos-modelo.

Existem outros perigos comuns aos dois tipos de construção, mas apresentam níveis de severidade mais reduzidos, que podem ser evitados com a implementação de medidas de proteção coletivas e de proteção individual.

É importante referir que os materiais utilizados na construção tradicional apresentam elevados perigos para a saúde dos intervenientes, enquanto que os utilizados na construção sustentável apresentam menos substâncias químicas na sua constituição, sendo muitos naturais e mais sustentáveis. Portanto, os materiais utilizados nos projetos do presente caso de estudo apresentam menos riscos para a saúde.

No âmbito deste trabalho adaptaram-se do HSE (HSE, 2013-a, 2013-b e 2013-c) e do E-Facts (E-Facts, 2103-a e 2013-b) os procedimentos que se apresentam no Anexo 13, 14, 15 e 16 relativos à construção de edifícios verdes, à energia solar em matéria de segurança no trabalho, aos trabalhos em altura e aos riscos elétricos na construção, por se considerarem ser de grande utilidade para dar informação quanto à prevenção de riscos profissionais neste tipo de atividades.

Capítulo 8 –
Conclusões/ Sugestões
para trabalho futuro

8. CONCLUSÕES/ SUGESTÕES PARA TRABALHO FUTURO

8.1. Conclusões Gerais

Com a elaboração da presente dissertação pretende-se destacar a importância da Eco-construção e/ou construção sustentável no panorama do setor da construção em Portugal e acima de tudo na prevenção de riscos profissionais.

Para se alcançar a sustentabilidade, é fundamental ter em conta a localização do projeto, a sua orientação, o clima e o aproveitamento dos recursos naturais, pois é através desses parâmetros que é possível melhorar a qualidade de vida num futuro próximo. Também permitem resolver alguns problemas atuais, nomeadamente o consumo de combustíveis fósseis, as alterações climáticas associadas a este facto e os elevados níveis de poluição.

Contudo, na presente dissertação, para que se pudesse obter e/ou avaliar a sustentabilidade dos empreendimentos recorreu-se ao sistema LiderA. Este é um sistema flexível, que pode ser aplicado nas diferentes fases de projeto, existindo para cada uma dessas fases as três possibilidades de avaliação: princípios, áreas e vertentes, incluindo os diferentes critérios. Através da aplicação deste sistema, é possível concluir que a certificação da sustentabilidade não deve ser encarada como um objetivo, mas sim como um caminho para se adquirir um melhor desempenho ambiental, quer ao nível do edificado, quer ao nível da envolvente. Tal como referido anteriormente, este sistema pode ser utilizado em qualquer fase do projeto, desde o Programa Preliminar ao Programa Base, Projeto de Licenciamento, Projeto de Execução e fase de operação.

Tendo em conta os diferentes critérios do sistema LiderA, sobretudo a vertente de integração local, a vertente recursos, a vertente cargas ambientais, a vertente conforto ambiental e a vertente vivência socioeconómica, foi possível efetuar uma avaliação de riscos associados aos perigos existentes durante a implantação de um edifício. Assim sendo, é possível concluir quais os principais perigos existentes, sendo eles os seguintes: demolições, movimentos de terras, formação inapropriada, falta de meios de proteção/prevenção, seleção inadequada de equipamentos, ruído, inalação de poeiras, vibrações, projeção de partículas, contaminação dos solos, localização adjacente de outros edifícios ou infraestruturas, trabalhos em altura, perigos para a saúde, fragilidade dos materiais, *stress* físico e emocional, *stress* organizacional, eletricidade, fadiga dos

profissionais, condições meteorológicas, queda de objetos, abertura de valas, atropelamento, colisão com máquinas, queda de materiais e o capotamento de máquinas. Portanto, é imprescindível recorrer-se à implementação das diferentes medidas preventivas apresentadas ao longo da presente dissertação, pois é através dessas medidas que é possível evitar, reduzir e mitigar os diferentes riscos referidos atrás.

Dado que o setor da construção é o que mais contribui para a ocorrência de acidentes mortais em Portugal, é fundamental que exista uma boa prevenção dos riscos ocupacionais, para que este setor reduza essas fatalidades.

Contudo, é possível concluir que a Eco-construção apresenta maior propensão à ocorrência de riscos, devido às atividades que vão ser desenvolvidas, quando comparadas com as da construção tradicional, dado que engloba praticamente todos os riscos desta, mais os específicos de atividades e equipamentos executadas e aplicados na Eco-construção.

8.2. Sugestões para Trabalho Futuro

Uma das limitações do presente trabalho está relacionada com a metodologia utilizada, pois esta envolveu a recolha e compilação de informação, através de uma pesquisa bibliográfica extensa. Teria sido importante ter existido a possibilidade de comprovação em obras que estivessem a decorrer ou em edifícios em remodelação, dos perigos e dos consequentes riscos existentes, para se ter uma melhor perceção das medidas preventivas a aplicar. Salienta-se que atualmente em Portugal ainda não existem muitos edifícios que abordem o conceito de Eco-construção ou construção sustentável, bem como os critérios do sistema Lidera, mas seria interessante que futuramente se acompanhasse a construção de um edifício, que seguisse estes critérios exigenciais, de forma a completar este estudo nomeadamente no que respeita às medidas preventivas. Também seria útil que futuramente se desenvolvesse um “manual” de prevenção de riscos que incidisse sobre os diferentes perigos e riscos existentes na Eco-construção.

Capítulo 9 –

Bibliografía

9. BIBLIOGRAFIA

AHMED, S.M.; KWAN, J.C.; YOUNG, W.M.; CHONG, P.H.. (2000). *Site safety management in Hong Kong*. Journal of Management in Engineering. nº 6 (6), p. 34–42.

ARVANITOGEOGOS, A.. (1999). *Risk analysis in industry*. Greek Institute of Health and Safety in the Work, ELINYAE. ISBN 960-7678-16-2.

ATTWOOD, D., KHAN, F., VEITCH, B.. (2006-a). *Occupational accident models*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 19 (6), p. 664-682.

ATTWOOD, D., KHAN, F., VEITCH, B. (2006-b). *Offshore oil and gas occupational accidentsdwhat is important?* Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 19 (5), p. 386-398.

AYYUB, B. M.. (2003). *Risk analysis in engineering and economics*. Chapman & Hall/CRC, ISBN 1-58488-395-2.

BARROSO, L. P. M.. (2010). Construção Sustentável: Soluções comparativas para o uso eficiente da água nos edifícios de habitação. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia. Dissertação de Mestrado.

BAPTISTA, J.. (2013). *Segurança do Trabalho de Construção . Equipamentos de Proteção Coletiva Contra Queda de Materiais [Em Linha]*. Edições Verlag Dashöfer. [Consult. em 15 de Fev. 2013]. Disponível em: <http://seguranca-na-construcao.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=7833>.

BAYSARI, M. T., MCINTOSH, A. S., Wilson, J. R. (2008). *Understanding the human factors contribution to railway accidents and incidents in Australia*. Accident Analysis and Prevention, 40 (5), p. 1750-1757.

BEIM, G. K., HOBBS, B. F. (1997). *Event tree analysis of lock closure risks*. Journal of Water Resources Planning and Management ASCE, 123, p. 137-198.

BELLO, F. M. H. C. R..(2009). Integração em Edifícios de Sistemas. Análise Tarifária e Económica Aplicada a Instalações com Potências até 150kW. Lisboa: Instituto Superior Técnico. Dissertação de Mestrado.

BENITO, T. P.. (2009). **Práticas de Energia Solar Térmica**. Publindústria, Edições Técnicas. Copyright. 123 p. ISBN: 978-972-8953-39-3.

BRAGANÇA, L.; MATEUS, R.. (2006). **Tecnologias Construtivas para a sustentabilidade da construção**. Edições Ecopy. Porto. 294 p.

BRAUCHLER, R.; LANDAU, K.. (1998). *Task analysis. Part II e the scientific basis (knowledge base for the guide)*. International Journal of Industrial Ergonomics, 22 (1 e 2), p. 13-35.

BREEAM. (2008). **Multi-Residential – Acessor Manual**. [Em linha]. Reino Unido. [Consult. Em 2 de Dez. 2012]. Disponível em: http://www.breeam.org/filelibrary/SD5064_2_0_BREEAM_Multi-Residential_2008.pdf.

BRITO, J.. (2006). **A Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição** [Em linha]. Lisboa: Instituto Superior Técnico. [Consult. em 21 de Ab. 2013]. Disponível em:<http://www.aveirodomus.pt/workshop/6%20Reciclagem/4%20Jorge%20Brito.pdf>.

BRUDTLAND, G. H.. (1987). **Our Common Future: The World Commission on Environment and Development**. Oxford University Press. Paris.

CABRAL, F.. (2011). **Segurança e Saúde do Trabalho: Manual de Prevenção de Riscos Profissionais**. Edições Verlag Dashöfer. Lisboa. 298 p. ISBN 978-989-642-137-3.

CARNEIRO, F. C. S.. (2011). Avaliação de Riscos: Aplicação a um Processo de Construção. Universidade de Aveiro. Dissertação de Mestrado.

CARVALHO, F.. (2007). Avaliação de Risco Comparativo entre Diferentes Métodos de Avaliação de Risco, em Situação Real de Trabalho. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa – Faculdade de Motricidade Humana. Dissertação de Mestrado.

CORTES, C.. (2013). Gestão de Resíduos Específicos. Contaminação do Solo [Em linha]. Verlag Dashöfer. [Consult. em 29 de Ab. 2013]. Disponível em: <http://residuos-urbanos.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=3139>.

COSTA, J. R. T. P. N.. (2008). As Energias Renováveis Aliadas à Construção Sustentável. Universidade de Aveiro. Dissertação de Mestrado.

CHOUHRY, R.M.; FANG, D.P.. (2008). *Why operatives engage in unsafe work behaviors: investigating factors on construction sites*. Safety Science. nº 46 (6), p. 566–584.

CRUZ, T. M. F.. (2008). A Eficiência Energética nos Edifícios Públicos em Penafiel. Universidade de Aveiro. Dissertação de Mestrado.

DECRETO nº 41 821. Ministério das Obras Públicas e das Corporações e Previdência Social. 1ª série, 175 (11 de Agosto de 1958). p. 1-24.

DECRETO-LEI nº 273/2003. D.R. Série I-A. nº 251 (29 de Outubro de 2003). p. 7199-7211.

DECRETO-LEI nº 46/2006. D.R. Série I-A. nº 40 (24 de Fevereiro). p. 1531-1538.

DECRETO-LEI nº 46/2008. D.R. 1ª Série. nº 51 (12 de Março). p. 1567-1574.

DEWLANEY, K. S.; HALLOWELL, M.. (2012). *Construction Management and Economics. Prevention Through Design and Construction Safety Management Strategies for High Performance Sustainable Building Construction* [Em linha]. USA. nº 30, p. 165 - 177. [Consult. em 20 de Out. 2012]. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446193.2011.654232#.Uazpf3RdbmI>.

DIAS, E.. (2013-a). Segurança do Trabalho na Construção. Análise de Riscos Especiais. Demolição de Edifícios [Em linha]. Verlag Dashöfer. [Consult. em 19 de Ab. 2013]. Disponível em: <http://seguranca-na-construcao.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=7644>.

DIAS, E.. (2013-b). Preparação e Gestão de Obras. Segurança do Trabalho na Construção. Demolição de Edifícios [Em linha]. Verlag Dashöfer. [Consult. em 19 de Ab. 2013]. Disponível em: <http://construironline.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=6119>.

DIAS, E.. (2013-c). Segurança do Trabalho na Construção. Análise de Riscos Associados aos Equipamentos de Trabalho. Retroescavadora [Em linha]. Verlag Dashöfer. [Consult. em 7 de Mai. 2013]. Disponível em: <http://seguranca-na-construcao.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=7637>.

DIRETIVA 89/391/CEE. Jornal Oficial da União Europeia. N.º L 183 (12 de junho de 1989) p. 1-8.

DOERR, W. W. (1991). *What-if analysis*. In H. R. Greenberg, & J. J. Cramer (Eds.), Risk assessment and risk management for the chemical process industry. New York: Wiley.

DTI. (2006). **Sustainable Construction Strategy Report**. Department of Trade and Industry. Crown Copyright.

E-FACTS (2013-a). *Occupational Safety and Health Issues Associated with Green Building* [Em linha]. European Agency for Safety and Health at Work. [Consult. em 18 de Jun. 2013]. Disponível em: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-70-occupational-safety-and-health-issues-associated-with-green-building>.

E-FACTS (2013-b). *Osh and Small-scale Solar Energy Applications* [Em linha]. European Agency for Safety and Health at Work. [Consult. em 18 de Jun. 2013]. Disponível em: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-68-osh-and-small-scale-solar-energy-applications>.

FARIA, J. A.. (2010). Segurança e Saúde na Construção. Porto: FEUP. Versão 6. p. 1-52.

FERREIRA, V.. (2008). Promoção da Energia Solar Fotovoltaica em Meio Urbano. Apresentação do Projeto PURE. Lisboa: Instituto Superior Técnico.

FINE, W. T., KINNEY, W. D.. (1971). *Mathematical evaluation for controlling hazards*. Journal of Safety Research, 3 (4), p. 157-166.

FREITAS, A. F. M. C. S-. (2008). Arquitetura Bioclimática e Sustentabilidade Ambiental no Revestimento de Fachadas. Porto: FEUP. Dissertação de Mestrado.

FUNG, I. W. H.; TAM, V.W. Y.; LO, T. Y.; LU, L. L. H.. (2010). *Developing a Risk Assessment Model for construction safety*. ScienceDirect, Elsevier. International Journal of Project Management, nº 28, p. 593-600.

GANHÃO, A. M. G. D.. (2011). Construção Sustentável: Propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologias. Dissertação de Mestrado.

GIPE, P.. (2009). *Wind Energy Basics Revised: A Guide to Home and Community - Scale Wind Energy Systems*. Elsevier.

GOMES, J. M. S.. (2010). Tecnologias da Construção Associadas aos Sistemas Sustentáveis de Produção de Água Quente e de Climatização em Edifícios - Estado de Arte. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia. Dissertação de Mestrado.

GREENPRO. (2004). **Bioenergia: Manual sobre Tecnologias, Projeto e Instalação** [Em linha]. [Consult. em 14 de Mar. 2013]. Disponível em: <http://www.greenpro.de/po/bioenergia.pdf>.

HARMS-RINGDAHL, L. (2001). *Safety analysis, principles and practice in occupational safety* (2nd ed.). CRC Press. ISBN: 9780415236553, p. 302.

HENDRICK, K.; BENNER, L.; Jr. (1987). *Investigating accidents with STEP*. New York: Marcel Dekker Inc.

HOLLYWELL, P. D.. (1996). *Incorporating human dependent failures in risk assessments to improve estimates of actual risk*. *Safety Science*, 22 (1 e 3), p. 177-194.

HONG, E.-S.; LEE, I.-M.; SHIN, H.-S.; NAM, S.-W.; KONG, J.-S. (2009). *Quantitative risk evaluation based on event tree analysis technique: application to the design of shield TBM*. Tunnelling and Underground Space Technology, 24 (3), p. 269-277.

HSE (2013-a). *Assessing all work at height* [Em linha]. [Consult. em 31 de Mai. 2013]. Disponível em: <http://www.hse.gov.uk/construction/safetytopics/assess.htm?ebul=gd-cons/may13=14>.

HSE (2013-b). *Solar panel installation* [Em linha]. [Consult. em 31 de Mai. 2013]. Disponível em: http://www.cskills.org/uploads/GS001_Safe%20solar%20panel%20installation_tcm17-33755.pdf.

HSE. (2013-b) – *Electricity – Systems in Buildings* [Em linha]. [Consult. em 19 de Jun. 2013]. Disponível em: <http://www.hse.gov.uk/construction/safetytopics/systems.htm>.

ISR (2005). (Departamento de Engenharia Eletrónica e de Computadores da Universidade de Coimbra); DCSD Portugal (Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável); **Manual de Boas Práticas de Eficiência Energética – Implementar o Desenvolvimento Sustentável na Empresas**. 51 p..

KHAN, F. I.; ABBASI, S. A.. (1997). *Mathematical model for HAZOP study time estimation*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 10 (4), p. 249-251.

KHAN, F. I.; HADDARA, M. R. (2003). *Risk-based maintenance (RBM): a quantitative approach for maintenance/inspection scheduling and planning*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 16 (6), p. 561-573.

KIRWAN, B.. (1994). *A guide to practical human reliability assessment*. Boca Raton: Taylor & Francis Press.

KONTOGIANNIS, T.. (1999). *User strategies in recovering from errors in manemachine systems*. *Safety Science*, 32 (1), p. 49-68.

KONTOGIANNIS, T.; LEOPOULOS, V.; MARMARAS, N.. (2000). *A comparison of accident analysis techniques for safety-critical man-machine systems*. International Journal of Industrial Ergonomics, 25, p. 327-347.

KONTOGIANNIS, T. (2003). *A petri net-based approach for ergonomic task analysis and modelling with emphasis on adaptation to system changes*. *Safety Science*, 41 (10), p. 803-835-

KONTOGIANNIS, T.; MALAKIS, S.. (2009). *A proactive approach to human error detection and identification in aviation and air traffic control*. *Safety Science*, 47 (5), p. 693-706.

LABOVSKÝ, J.; SVANDOVÁ, Z.; MARKO_S, J.; JELEMENSKÝ, L.. (2007). *Model-based HAZOP study of a real MTBE plant*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 20, p. 230-237.

LANDAU, K.; ROHMERT, W.; BRAUCHLER, R.. (1998). *Task analysis. Part I e Guidelines for the practitioner*. International Journal of Industrial Ergonomics, 22 (1 e 2), p. 3-11.

LEED, *Leadership in Energy & Environmental Design*. (2009). *LEED for New Construction and Major Renovations v.3*. U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. [Em linha]. USA. [Consult. em 14 de Dez. 2011]. Disponível em: <http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=5546>.

Lei Nº 102/2009. D.R. 1ª Série. Nº176 (10 de Setembro de 2009). p. 6167-6192.

LEUNG, M.Y.; CHAN, Y.S.; YUEN, K.W. (2010). *Impacts of stressors and stress on the injury incidents of construction workers in Hong Kong*. Journal of Construction Engineering and Management. nº 136 (10), p.1093–1103.

LEUNG, M.; CHAN, I. Y. S.; YU, J.. (2012). *Preventing Construction Worker Injury Incidents Through the Management of Personal Stress Organizacional Stressors*. Accident Analysis and Prevention, Elsevier. n° 48, p.156-166.

LOUREIRO, D.. (2009). Desenvolvimento da Energia em Portugal [Em linha]. Departamento das Energias Renovaveis. INETI. [Consult. em 25 de Fev. 2013]. Disponível em http://www.abae.pt/programa/EE/escola_energia/2009/docs/energia_solar_david_loureiro.pdf.

LOZANO, J.. (2008). Revista de Segurança: Riscos Associados aos Trabalhos em Altura [Em linha]. n°183. [Consult. em 31 de Jan. 2013]. Disponível em: http://www.revistaseguranca.com/index.php?option=com_content&task=view&id=271&Itemid=91.

LÜTZKENDORF, T.; LORENZ, D.. (2007) - Building Research & Information. *Integrating Sustainability into Property Risk Assessment for Market Transformation* [Em linha]. Publisher *Routledge*, n° 35 (6), p. 644-66. ISSN 1466-4321. doi: 10.1080/09613210701446374. [Consult. em 9 de Ab. 2013]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09613210701446374>.

MANECA, C. S. S.. (2010). O setor da Construção Civil em Portugal: A Necessidade de uma Cultura de Segurança e de Prevenção. Porto: Faculdade de Economia. Dissertação de Mestrado.

MARHAVILAS, P. K.; KOULOURIOTIS, D. E.. (2007). *Risk estimation in the constructions' worksites by using a quantitative assessment technique and statistical information of accidents*. Technika Chronika Sci. J.TCG, Scientific Journal of Technical Chamber of Greece. ISSN: 1106-4935, I (1e2). ISSN: 1106-4935, p. 47-60.

MARHAVILAS, P. K.; KOULOURIOTIS, D. E.. (2008). *A risk estimation methodological framework using quantitative assessment techniques and real accidents' data: application in an aluminum extrusion industry*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 21 (6), p. 596-603. doi:10.1016/j.jlp.2008.04.009

MARHAVILAS, P. K.; KOULOURIOTIS, D. E.; VOULGARIDOU, K.. (2009). *Development of a quantitative risk assessment technique and application on an industry's worksite using real accidents' data*. Scientific Journal of Hellenic Association of Mechanical & Electrical Engineers, 416, p. 14-20.

MARHAVILAS, P. K.; KOULOURIOTIS, D. E.; GEMENI, V.. (2011). *Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 24, p. 477-523. Elsevier.

MATEUS, R.. (2004). Novas Tecnologias Construtivas com Vista à Sustentabilidade da Construção. Universidade do Minho. Dissertação de Mestrado.

NEVES, M. (2008). **Algumas Sugestões Relativas à Gestão de Água na Região do Porto**. [Em linha]. [Consult. Em 23 de Ab. 2008]. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~mjneves/publicacoes_files/PortoCidadeRegiao_comres_-_MarioNeves.pdf.

NP 4397 – Norma Portuguesa (2008), *Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde do Trabalho*. 2º Edição. IPQ.

OIT (2008). Segurança e Saúde na Construção [Em linha]. Copyright. [Consult. em 12 de Fev. 2013]. SBN: 978-972-704-306-4. Disponível em: http://www.ilo.org/public/portugue/region/eurpro/lisbon/pdf/pub_segsaude.pdf.

P.C. (Portal da Construção). (2013). Segurança e Higiene no Trabalho. Riscos Elétricos. Um Guia Técnico do Portal da Construção [Em linha]. Copyright. Vol. IV. [Consult. em 15 de Fev. 2013]. Disponível em: <http://www.oportaldaconstrucao.com/files/guiastecnicos/sht-vol-4-riscos-electricos.pdf>

PEREIRA, P. I. (2009) - Construção Sustentável: o desafio. Porto: Universidade Fernando Pessoa. Dissertação de Mestrado.

PIMENTEL, M. A., *et al.* (1995). **Introdução ao Desenvolvimento Economico e Social**. Edições Asa. Porto.

PINHEIRO, M. D.; VIEIRA, P.; MIRANDA, A.; COELHO, S. (2002). Excelência Ambiental dos Empreendimentos. Sistemas de Requisitos. Atas do Congresso Nacional de Engenharia de Estruturas. Estruturas 2002, Associação Portuguesa de Estruturas, p.115-126. Lisboa, Portugal.

PINHEIRO, M. D.. (2004). Linhas Gerais de um Sistema Nacional de Avaliação da Construção Sustentável. 8ª Conferência Nacional do Ambiente, Centro Cultural de Lisboa. Lisboa, Portugal.

PINHEIRO, M. D.; CORREIA, F.. (2005). LiderA –Portuguese Voluntary Sustainable Assesment Building System (main lines). The 2005 Sustainable Building Conference in Tokyo 27-29 September (SB05 Tokyo). Tokyo, Japan.

PINHEIRO, M. D.. (2006). **Ambiente e Construção Sustentável** [Em linha]. Instituto do Ambiente, Amadora. 243 p. ISBN: 972-8577-32-X. [Consultado em 2 de Ab. de 2013]. Disponível em: http://www.lidera.info/resources/ACS_Manuel_Pinheiro.pdf.

PINHEIRO, M. D.. (2008). Sistemas de Gestão para a Construção Sustentável. Lisboa: Instituto Superior Técnico. Tese de Doutoramento em Engenharia do Ambiente.

PINHEIRO, M. D.. (2009). Liderar pelo ambiente na procura da sustentabilidade. Apresentação Sumária do Sistema de Avaliação Voluntário da Sustentabilidade da Construção [Em linha]. Versão para Ambientes Construídos (V2.00 b). Lisboa: Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. [Consultado em 2 de Ab. de 2013]. Disponível em: http://www.lidera.info/resources/LiderA_V2_00b.pdf.

PINHEIRO, M. D.. (2010). **Manual para Projetos de Licenciamento com Sustentabilidade Segundo o LiderA** [Em linha]. Síntese executivo. Volume I. p. 40, 1ª edição digital. ISBN: 978-989-96922-0-6. [Consultado em 9 de Ab. de 2013]. Disponível em: <http://www.lidera.info/resources/Volume%20I.pdf>.

PINHEIRO, M. D.. (2011-a). LiderA. Sistema Voluntário para a Sustentabilidade dos Ambientes Construídos [Em linha]. Lisboa: Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. [Consultado em 2 de Ab. de 2013]. Disponível em WebSite: http://www.lidera.info/resources/LiderA_Apresentacao_geral_2011_v1.pdf.

PINHEIRO, M. D.. (2011-b). LiderA. Sistema Voluntário para a Sustentabilidade dos Ambientes Construídos [Em linha]. [Consultado em 2 de Ab. de 2013]. Disponível em: http://www.lidera.info/resources/LiderA_apresentacao_sumaria_2011_v1.pdf.

PINTO, A.; NUNES, I. L.; RIBEIRO, R. A.. (2011). *Occupational risk assessment in construction industry – Overview and reflection*. Universidade Nova Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal. Centro de Tecnologia e Sistemas, UNINOVA, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal. Safety Science, Elsevier. n° 49(2011), p.616-624.

PIRES, F. C. M.. (2013). Prevenção dos Riscos Profissionais nas Paragens e Manutenções Industriais. O caso da Máquina de Pasta de Papel. Vila Nova de Gaia: Instituto Superior de Línguas e Administração. Dissertação de Mestrado.

PORTARIA nº 701-H/2008 de 29 de Julho. D.R.1ª Série. nº145, p.5106 (37) -5106 (80).

RCCTE, 2006. DECRETO-LEI nº 80/2006. D.R. I Série -A. nº 67 (4 de Abril). p. 2468-2513.

RENIERS, G. L. L.; DULLAERT, W.; ALE, B. J. M.; SOUDAN, K. (2005). *Developing na external domino prevention framework: Hazwim*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 18, p.127-138.

ROCHETA, V.; FARINHA, F.. (2007). Práticas de Projeto e Construtivas para a Construção Sustentável. 3º Congresso Nacional. Coimbra: Universidade de Coimbra.

ROMMEL, M.; KOVÁČ, P.; KRAMER, K.. (2010). Renewable Energy Focus. Solar Thermal Technology Update [Em linha]. Vol. 11, nº5. p.36-38. [Consult. em 16 Fev. 2013]. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755008410701149>.

ROXO, M.. (2006). **Segurança e saúde do trabalho: Avaliação e Controlo de Riscos**. Edições Almedina. Coimbra. 210 p. ISBN 972-40-2273-0.

SANTOS, R. G.. (2010). Conforto Térmico de Edifícios de Habitação [Em linha]. [Consult. em 30 de Ab. 2013]. Disponível em: <http://www.engenhariacivil.com/conforto-termico-edificios-habitacao>.

SEGURANÇA. (2013-a). **Trabalhos em Altura** [Em linha]. [Consult. em 12 Fev. 2013]. Disponível em: <http://www.segurancaonline.com/gca/?id=636>.

SEGURANÇA. (2013-b). **Riscos Elétricos** [Em linha]. [Consult. em 15 Fev. 2013]. Disponível em: <http://www.segurancaonline.com/gca/?id=638>.

SEGURANÇA. (2013-c). **Trabalhos Físicos** [Em linha]. [Consult. em 15 Fev. 2013]. Disponível em: <http://www.segurancaonline.com/gca/?id=637>.

SEGURANÇA. (2013-d). **Segurança em Estaleiros. Cuidados para Prevenir Acidentes em Valas.** [Em linha]. [Consult. em 9 Mar. 2013]. Disponível em: <http://www.segurancaonline.com/gca/?id=635>.

SILVA, J. J. B. C.. (2011). Conforto Acústico de um Compartimento – Isolamento aos Sons Aéreos. [Em linha]. [Consult. em 1 de Mai. 2013]. Disponível em: <http://www.engenhariacivil.com/conforto-acustico-compartimento-isolamento-sons-aereos>.

SOUSA, P. M. S.. (2012). Construção Sustentável. Contributo para a Construção de Sistema de Certificação. Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologias: Universidade Nova de Lisboa. Dissertação de Mestrado.

TEODORO, N. F. G.. (2011). Contribuição para a Sustentabilidade na Construção Civil: Reciclagem e Reutilização de Materiais. Lisboa: Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Dissertação de Mestrado.

TOOLE, T.M.. (2002) - *Construction site safety roles.* Journal of Construction Engineering and Management. nº 128 (3), p.203–210.

TORGAL, F. P.; JALALI, S.. (2010) . **A Sustentabilidade dos Materiais de Construção.** Universidade do Minho.

TRUCCO, P.; CAVALLIN, M. (2006). *A quantitative approach to clinical risk assessment: the CREA method.* Safety Science, 44 (6), p. 491-513.

VASCO, R.. (2013-a). Segurança do Trabalho da Construção. Análise de Riscos Associados ao Processo Construtivo [Em linha]. Verlag Dashöfer. [Consult. em 19 de Ab. 2013]. Disponível em: <http://seguranca-na-construcao.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=7568>.

VASCO, R.. (2013-b). Segurança do Trabalho da Construção. Análise de Riscos Associados ao Processo Construtivo. Escavações/Fundações [Em linha]. Verlag Dashöfer. [Consult. em 11 de Mar. 2013]. Disponível em: <http://seguranca-na-construcao.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=7471>

VIEIRA, M. J. F. A.. (2008). Técnicas Construtivas Ambientalmente Adequadas. Porto: FEUP. Dissertação de Mestrado.

WCED - *World Commission on Environment and Development*. (1987). *Our Common Future*. WCED/Oxford University Press. New York, NY. p. 54.

WOODRUFF, J. M.. (2005). *Consequence and likelihood in risk estimation: a matter of balance in UK health and safety risk assessment practice*. *Safety Science*, 43 (5 e 6), p. 345-353.

YANG, S.-H.; YANG, L.. (2005). *Automatic safety analysis of control systems*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 18, p. 178-185.

Capítulo 10 –

Anexos

ANEXO A.1 - PERIGOS E RISCOS ASSOCIADOS À INTEGRAÇÃO LOCAL

Tabela A.1: Identificação dos Perigos e Riscos associados à integração local.

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
a. Demolições	Queda em altura ou ao mesmo nível das pessoas, quedas de materiais por desmoronamento ou desabamento, pancadas e cortes devido à utilização de equipamentos, ferramentas e veículos, e projeção de elementos demolidos, empoeiramento (Dias, 2013-a).	Escoramento de edifícios, delimitação e proteção da área, utilização adequada dos meios de proteção individual (capacete, óculos de proteção, máscaras de proteção, luvas e botas), humedecimento dos elementos a demolir (Dias, 2013- b).
b. Movimento de terras	Soterramento, atropelamentos, esmagamento e colisão com máquinas (Vasco, 2013-a).	Condutor manobrador com qualificação, boa coordenação entre os vários intervenientes, conhecimento do tipo de terreno e das possíveis infraestruturas existentes nas proximidades, evitar a permanência de trabalhadores nas zonas de operação/circulação de veículos, os caminhos de circulação devem estar bem organizados, em bom estado, os veículos devem estar devidamente sinalizados a nível sonoro e luminoso e todos os acessos devem permitir a mobilidade necessária (Vasco, 2013-b).

Tabela A.1: Identificação dos Perigos e Riscos associados à integração local (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
c. Formação inapropriada	Lesões devido à má ou não aplicação das regras de segurança.	Formação contínua relativamente a práticas e procedimentos de segurança na execução das tarefas e aos riscos a que possam estar expostos (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
d. Falta de meios de proteção/prevenção	Acidentes e lesões dos trabalhadores	A falta de meios de proteção ou prevenção decorrente das verbas orçamentadas para a segurança serem inexistentes ou diminutas ou devido à ausência de cultura de segurança, pelo que não são implementadas as medidas necessárias (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
e. Seleção inadequada de equipamentos	Acidentes e lesões dos trabalhadores	A seleção apropriada de equipamentos, o seu uso correto e inspeção periódica são fatores importantes para a produtividade, eficiência e segurança no local de trabalho (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
f. Ruído	Perda de audição, zumbidos e surdez	Eliminar ou reduzir a fonte de ruído, limitar a duração e a intensidade da exposição, adotar métodos que minimizem a exposição de ruído e utilização de proteções auditivas.
g. Inalação de poeiras	Problemas respiratórios	Eliminação ou redução da emissão de poeiras, modificação dos processos para produzir menos poeiras e recorrer a processos húmidos.
h. Vibrações	Perturbações musculoesqueléticas, neurológicas e vasculares	Usar meios que reduzam a fonte de emissão de vibrações, adotar métodos de trabalho alternativos, instalar equipamentos auxiliares.

Tabela A.1: Identificação dos Perigos e Riscos associados à integração local (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
h. Vibrações (cont.)		para reduzir o risco de lesões, limitar a duração e a intensidade de exposição (Decreto-Lei n°46, art. 6°, 24 de Fevereiro de 2006).
i. Projeção de partículas	Lesões ao nível dos olhos	Deve-se utilizar essencialmente óculos de proteção ou mascaras de proteção do rosto (não especificamente para este risco mas para os outros deve-se também usar capacete e botas de proteção).
j. Contaminação dos solos	Aumento das áreas contaminadas, indivíduos e bens contaminados (Cortes, 2013)	Para minimizar os riscos é fundamental evitar o contacto entre os indivíduos e as zonas contaminadas, extinguir a fonte de poluição, conter a dispersão de poluentes e proceder à descontaminação do local. A contenção da dispersão dos poluentes e a descontaminação do local são tarefas que dependem essencialmente da mobilidade e comportamento de poluentes no subsolo, afetados pelas características do meio envolvente e pelas propriedades físicas, químicas e biológicas dos poluentes (Cortes, 2013).
k. Localização adjacente de outros edifícios ou infraestruturas	Deterioração das infraestruturas existentes, deterioração de edifícios, desabamento, desmoronamento.	Para minimizar os riscos é essencial que exista uma localização prévia das infraestruturas e dos edifícios existentes, bem como uma análise do estado de conservação destes e das suas condições de segurança.

ANEXO A.2 - PERIGOS E RISCOS ASSOCIADOS AOS RECURSOS.

Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
a. Trabalhos em altura	Quedas em altura	O risco de queda em altura pode ser evitado/minimizado durante a fase de projeto (caso seja possível), através de soluções de projeto, ou controlados mediante a adoção de medidas de segurança e de organização do trabalho (Lozano, 2008). No caso do trabalho ser realizado na cobertura deve-se utilizar proteções contra quedas, nomeadamente guarda-corpos. No caso de se utilizar andaimes, estes devem estar equipados com proteções laterais e longitudinais - guarda-corpos, pranchas metálicas e acesso adequados entre os seus vários níveis. Outras medidas preventivas possíveis de adotar são a nível individual (capacete de proteção, sistema de amarração ao posto de trabalho e sistema anti-queda, luvas e botas (SEGURANÇA, 2013 -a).
b. Perigos para a saúde	Acidentes e doenças profissionais (substâncias e produtos químicas) (OIT,2008).	Para a eliminação do risco na fase de projeto substituem-se, sempre que possível, as substâncias e produtos nocivos por outros não nocivos ou menos nocivos. Para a diminuição dos riscos é necessário efetuar-se durante a fase de projeto um planeamento de medidas preventivas, nomeadamente a conceção e organização dos métodos de trabalho, da escolha e aplicação dos equipamentos de trabalho e dos métodos de manutenção de instalações e equipamentos. Outra forma de minimizar o risco é através do número de trabalhadores expostos aos riscos, bem como o

Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
b. Perigos para a saúde (cont.)		tempo e o grau de exposição, do adequado armazenamento, transporte e manuseamento dos elementos que contêm substâncias químicas nocivas, da implementação de medidas de higiene pessoal e do local de trabalho. Também se deve efetuar o planeamento da vigilância da saúde dos trabalhadores expostos e adotar técnicas de proteção coletivas situadas, tanto quanto possível, na fonte de risco. Utilização de equipamentos de proteção individual (proteção da cabeça, proteção das vias respiratórias (se necessário), proteção dos pés, proteção das mãos e proteção do corpo (utilização de impermeáveis sempre que seja necessário)) (Cabral, 2011; Dewlaney <i>et al.</i> ,2012).
c. Fragilidade dos materiais	Quebra ou deterioração dos materiais e ferimentos dos trabalhadores	Para minimizar os riscos é essencial selecionar os materiais a elevar para minimizar os riscos de instalação/colocação, bem como a utilização de equipamentos que facilitem o seu manuseamento. É imprescindível ter cuidados acrescidos no transporte e colocação desses materiais ou equipamentos frágeis. Utilização dos principais elementos de proteção individual (botas, capacete, luvas, sistemas anti-quedas em altura).
d. Stress físico e emocional	Aparecimento de doenças do foro psicológico, frustração, exaustão e perda de personalidade	Para evitar tais ocorrências é necessário melhorar o comportamento de segurança através duma gestão eficaz dos níveis de stress dos trabalhadores. Isto é conseguido através da existência de uma boa organização e do fornecimento de equipamentos de segurança. Para se melhorar o comportamento a nível do <i>stress</i> emocional é essencial que os

Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
d. <i>Stress</i> físico e emocional (cont.)		trabalhadores tenham sessões de esclarecimento, nas quais se tratem temas como a segurança em operações específicas de trabalho. Deve ainda existir segurança adequada ao nível de equipamentos, isto para que os trabalhadores realizem as tarefas de forma mais segura independentemente do seu comportamento (Leung <i>et al.</i> , 2012).
e. <i>Stress</i> organizacional	Tratamento inadequado dos trabalhadores e utilização inadequada de equipamentos de segurança	Os trabalhadores da construção lidam diariamente com tarefas de grande perigo, uma vez que utilizam equipamentos de segurança inadequados, que pode levar ao aparecimento de lesões e à ocorrência de acidentes graves ou mortais (Leung <i>et al.</i> , 2010 <i>cit.</i> Leung <i>et al.</i> , 2012). No caso dos trabalhadores que realizam tarefas dinâmicas e perigosas devem receber formação em segurança relacionada com essas atividades (Ahmed <i>et al.</i> , 2000; Toole, 2002 <i>cit.</i> Leung <i>et al.</i> , 2012). Isto aplica-se sobretudo para os técnicos, cujas tarefas exigem a concretização de uma variedade de competências e conhecimentos específicos de construção (Leung <i>et al.</i> , 2012). A formação em segurança é fundamental para levar à prática de comportamentos adequados e evitar danos nos locais de trabalho (Choudhry <i>et al.</i> , 2008 <i>cit.</i> Leung <i>et al.</i> , 2012). Uma formação inadequada pode ser stressante para os trabalhadores, levando ao aumento do desconforto psicológico (Leung <i>et al.</i> , 2012).
f. Eletricidade	Eletrização ou electrocução	As intervenções em instalações elétricas devem ser realizadas por técnicos qualificados, que as devem efetuar fora de tensão.

Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
f. Eletricidade (cont.)		Existem vários tipos de medidas a tomar para assegurar a segurança e proteção contra os riscos elétricos, tais como isolamento dos elementos condutores e de todas as partes ativas. As instalações devem ser devidamente identificadas e sinalizadas (perigo de eletrocussão), devem utilizar-se de equipamentos de proteção individual (luvas dielétricas) e sempre que possível, deve desligar a alimentação da energia elétrica aos equipamentos onde se vai intervir para qualquer verificação ou reparação elétrica. Devem ainda ser implementadas medidas de proteção coletiva tais como utilizar equipamentos elétricos de baixa tensão, diferencias de alta sensibilidade e sistemas de corte de tensão (SEGURANÇA, 2013-b; PC,2013).
g. Formação inapropriada	Lesões devido à má ou não aplicação das regras de segurança.	Os trabalhadores devem receber formação contínua relativamente a práticas e procedimentos de segurança para a execução das tarefas e para o conhecimento dos perigos e riscos a que possam estar expostos (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
h. Fadiga dos profissionais	Aparecimento de lesões devido ao esforço físico excessivo ou aos movimentos repetitivos	Os equipamentos colocados à disposição dos trabalhadores devem ser usados corretamente, sobretudo os equipamentos de proteção individual. Também se deve avaliar o peso dos elementos a manusear, antes de serem transportados ou manuseados manualmente, avaliar a altura a elevar a carga e usar equipamentos de elevação e de transporte adequados (SEGURANÇA, 2013-c).

Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
i. Condições meteorológicas	Quedas e escorregamento em zonas de trabalho elevadas	As medidas preventivas que se devem utilizar são: plataformas de trabalho seguras dotadas de guarda-corpos e guarda cabeças, uso de calçado apropriado, escadas de telhador e tábuas de rojo (Decreto nº 41821, art. 4º, de 11 de Agosto de 1958).
j. Queda de objetos	Lesões dos trabalhadores e intervenientes na obra	Para minimizar os riscos é fundamental aplicar medidas de proteção contra quedas de objetos. A proteção a utilizar contra a queda de objetos deve ser garantida, através da implementação de sistemas de proteção coletiva adequada, nomeadamente, guarda-cabeças, telas ou redes de proteção, plataformas de carga e descarga. É importante salientar que as vias de circulação e os caminhos pedonais devem ser afastados dos locais onde exista risco de queda de objetos, especialmente em altura (Baptista, 2013).
k. Seleção inadequada de equipamentos	Acidentes e lesões dos trabalhadores	A seleção apropriada de equipamentos, o seu uso correto e inspeção e manutenção periódica são fatores importantes para a produtividade, eficiência e segurança no local de trabalho (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
l. Falta de meios de proteção/prevenção		A falta de meios de proteção ou prevenção decorre das verbas orçamentadas para a segurança serem inexistentes ou diminutas, ou devido à ausência de cultura de segurança, pelo que não são implementadas as medidas necessárias (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
m. Abertura de valas	Quedas e soterramento.	Para reduzir os riscos no trabalho em valas, estas devem ser inspecionadas por pessoas competentes e os depósitos de escavação devem ser colocados a uma distância de

Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
m. Abertura de valas (cont.)		segurança da vala, não devendo permanecer numa zona que prejudique os trabalhadores ou o trânsito. Também deve existir sinalização de segurança nas valas, bem como na sua proximidade e a sua abertura deve ser executada por profissionais especializados e a proteção contra derrocadas deve cobrir toda a superfície lateral da vala e prolongar-se acima do nível do terreno (Segurança, 2013-d).
n. Atropelamento	Ferimentos ou lesões	Para minimizar os riscos os acessos para pessoal e veículos devem ser construídos separadamente, os veículos e máquinas utilizadas devem estar devidamente sinalizadas a nível luminoso e acústico. Também deve ser proibido todo e qualquer trabalho ou a permanência de trabalhadores no raio de ação das máquinas e se houver necessidade de aproximar máquinas ou camiões do bordo da escavação (carregar ou descarregar), devem ser postos batentes a uma distância mínima de 2m para prevenir possíveis vibrações decorrentes do tráfego (Vasco, 2013-b).
o. Colisão com máquinas	Ferimentos vários.	Para mitigar os riscos, todos os caminhos de circulação devem ser devidamente sinalizados e com largura suficiente para evitar choques frontais, os acessos a todos os locais de trabalho devem permitir a mobilidade necessária para efetuar o trabalho em segurança e a rápida evacuação em caso de emergência e os caminhos devem ser mantidos em boas condições para a circulação (Vasco, 2013-b).

Tabela A.2: Identificação dos Perigos e Riscos associados aos recursos (energia, água e materiais) (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
p. Queda de materiais	Lesões dos trabalhadores e intervenientes na obra	Para minimizar os riscos referidos anteriormente é fundamental garantir a utilização de proteção contra a queda de objetos, através da implementação de sistemas de proteção coletiva adequada, nomeadamente telas ou redes de proteção, plataformas de carga e descarga. As vias de circulação e os caminhos pedonais devem ser afastados dos locais onde exista risco de queda de objetos, especialmente em altura (Baptista, 2013).
q. Projeção de partículas	Lesões ao nível dos olhos	Deve utilizar essencialmente óculos de proteção ou mascarar de proteção do rosto.
r. Inalação de poeiras	Problemas respiratórios	Eliminação ou redução da emissão de poeiras, modificação dos processos para produzir menos poeiras recorrendo por exemplo a processos húmidos.
s. Ruído	Perda de audição, zumbidos e surdez	Eliminar ou reduzir a fonte de ruído, limitar a duração e a intensidade ao exposição, adotar métodos que minimizem a exposição de ruído e utilização de proteções auditivas.
t. Vibrações	Perturbações musculoesqueléticas, neurológicas e vasculares	Usar meios que reduzam a fonte de vibração, adotar métodos de trabalho alternativos, instalar equipamentos auxiliares para reduzir o risco de lesões, limitar a duração e a intensidade de exposição (Decreto-Lei nº46, art. 6º, 24 de Fevereiro de 2006).

ANEXO A.3 - PERIGOS E RISCOS ASSOCIADOS ÀS CARGAS AMBIENTAIS

Tabela A.3: Identificação dos Perigos e Riscos associados às cargas ambientais.

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
a. Perigos para a saúde	Acidentes e doenças profissionais (substâncias e produtos químicos) (OIT,2008).	Para reduzir os riscos é deverá efetuar-se um planeamento de medidas preventivas, nomeadamente a conceção e organização dos métodos de trabalho, da escolha e aplicação dos equipamentos de trabalho e dos métodos de manutenção de instalações e equipamentos. Também é possível mitigar o risco através da redução do número de trabalhadores expostos aos riscos, bem como o tempo e o grau de exposição, do adequado armazenamento, transporte e manuseamento dos elementos que contêm substâncias químicas nocivas, da implementação de medidas de higiene pessoal e do local de trabalho. Também se deve efetuar o planeamento da vigilância da saúde dos trabalhadores expostos e adotar técnicas de proteção coletivas situadas, tanto quanto possível, na fonte de risco. Utilização de equipamentos de proteção individual, sobretudo a proteção das vias respiratórias (se necessário), proteção dos pés, proteção das mãos e proteção do corpo (utilização de impermeáveis sempre que seja necessário)) (Cabral, 2011; Dewlaney <i>et al.</i> ,2012).
b. Eletricidade	Eletrização ou electrocução.	As intervenções em instalações elétricas devem ser realizadas por técnicos qualificados, que as devem efetuar fora de tensão. Existem vários tipos de medidas a tomar para assegurar a segurança e proteção contra os riscos elétricos, tais como isolamento dos elementos condutores e de todas as partes ativas. As

Tabela A.3: Identificação dos Perigos e Riscos associados às cargas ambientais (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
b. Eletricidade (cont.)		instalações devem ser devidamente identificadas e sinalizadas (perigo de eletrocussão), devem utilizar-se de equipamentos de proteção individual (luvas dielétricas) e sempre que possível, deve desligar a alimentação da energia elétrica aos equipamentos onde se vai intervir para qualquer verificação ou reparação elétrica. Devem ainda ser implementadas medidas de proteção coletiva tais como utilizar equipamentos elétricos de baixa tensão, diferenciais de alta sensibilidade e sistemas de corte de tensão (SEGURANÇA, 2013-b; PC,2013).
c. Stress físico e emocional	Aparecimento de doenças do foro psicológico, frustração, exaustão e perda de personalidade	Para evitar tais ocorrências é necessário melhorar o comportamento de segurança através duma gestão eficaz dos níveis de stress dos trabalhadores. Isto é conseguido através da existência de uma boa organização e do fornecimento de equipamentos de segurança. Para se melhorar o comportamento a nível do <i>stress</i> emocional é essencial que os trabalhadores tenham sessões de esclarecimento, nas quais se tratem temas como a segurança em operações específicas de trabalho. Deve ainda existir segurança adequada ao nível de equipamentos, isto para que os trabalhadores realizem as tarefas de forma mais segura independentemente do seu comportamento (Leung <i>et al.</i> , 2012).
d. Stress organizacional	Tratamento inadequado dos trabalhadores e utilização inadequada de equipamentos de segurança	Os trabalhadores da construção lidam diariamente com tarefas de grande perigo, uma vez que utilizam equipamentos de segurança inadequados, que pode levar ao aparecimento de lesões e à ocorrência de acidentes graves ou

Tabela A.3: Identificação dos Perigos e Riscos associados às cargas ambientais (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
d. Stress organizacional (cont.)		mortais (Leung <i>et al.</i> , 2010 <i>cit.</i> Leung <i>et al.</i> , 2012). No caso dos trabalhadores que realizam tarefas dinâmicas e perigosas devem receber formação em segurança relacionada com essas atividades (Ahmed <i>et al.</i> , 2000; Toole, 2002 <i>cit.</i> Leung <i>et al.</i> , 2012). Isto aplica-se sobretudo para os técnicos, cujas tarefas exigem a concretização de uma variedade de competências e conhecimentos específicos de construção (Leung <i>et al.</i> , 2012). A formação em segurança é fundamental para levar à prática de comportamentos adequados e evitar danos nos locais de trabalho (Choudhry <i>et al.</i> , 2008 <i>cit.</i> Leung <i>et al.</i> , 2012). Uma formação inadequada pode ser stressante para os trabalhadores, levando ao aumento do desconforto psicológico (Leung <i>et al.</i> , 2012).
e. Formação inapropriada	Lesões devido à má ou não aplicação das regras de segurança.	Os trabalhadores devem receber formação contínua relativamente a práticas e procedimentos de segurança para a execução das tarefas e para o conhecimento dos perigos e riscos a que possam estar expostos (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
f. Seleção inadequada de equipamentos	Acidentes e lesões dos trabalhadores	A seleção apropriada de equipamentos, o seu uso correto e inspeção e manutenção periódica são fatores importantes para a produtividade, eficiência e segurança no local de trabalho (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
g. Falta de meios de proteção/prevenção		A falta de meios de proteção ou prevenção decorre das verbas orçamentadas para a segurança serem inexistentes ou diminutas, ou devido à ausência de cultura de segurança, pelo que não são implementadas as medidas necessárias (Pinto <i>et al.</i> , 2011).

Tabela A.3: Identificação dos Perigos e Riscos associados às cargas ambientais (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
h. Ruído	Perda de audição, zumbidos e surdez	Eliminar ou reduzir a fonte de ruído, limitar a duração e a intensidade da exposição, adotar métodos que minimizem a exposição de ruído e utilização de proteções auditivos.

ANEXO A.4 - PERIGOS E RISCOS ASSOCIADOS AO CONFORTO AMBIENTAL

Tabela A.4: Identificação dos Perigos e Riscos associados ao conforto ambiental.

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
a. Trabalhos em altura	Quedas em altura, quedas em escadas e andaimes	O risco de queda em altura pode ser evitado/minimizado durante a fase de projeto (caso seja possível), através de soluções de projeto, ou controlados mediante a adoção de medidas de segurança e de organização do trabalho (Lozano, 2008). No caso do trabalho ser realizado na cobertura deve-se utilizar proteções contra quedas, nomeadamente guarda-corpos. No caso de se utilizar andaimes, estes devem estar equipados com proteções laterais e longitudinais - guarda-corpos, pranchas metálicas e acesso adequados entre os seus vários níveis. Outras medidas preventivas possíveis de adotar são a nível individual (capacete de proteção, sistema de amarração ao posto de trabalho e sistema anti-queda, luvas e botas (SEGURANÇA, 2013 -a).
b. Eletricidade	Eletrização ou electrocução.	As intervenções em instalações elétricas devem ser realizadas por técnicos qualificados, que as devem efetuar fora de tensão. Existem vários tipos de medidas a tomar para assegurar a segurança e proteção contra os riscos

Tabela A.4: Identificação dos Perigos e Riscos associados ao conforto ambiental (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
b. Eletricidade (cont.)		elétricos, tais como isolamento dos elementos condutores e de todas as partes ativas. As instalações devem ser devidamente identificadas e sinalizadas (perigo de eletrocussão), devem utilizar-se de equipamentos de proteção individual (luvas dielétricas) e sempre que possível, deve desligar a alimentação da energia elétrica aos equipamentos onde se vai intervir para qualquer verificação ou reparação elétrica. Devem ainda ser implementadas medidas de proteção coletiva tais como utilizar equipamentos elétricos de baixa tensão, diferenciais de alta sensibilidade e sistemas de corte de tensão (SEGURANÇA, 2013-b; PC,2013).
c. Stress físico e emocional	Aparecimento de doenças do foro psicológico, frustração, exaustão e perda de personalidade	Para evitar tais ocorrências é necessário melhorar o comportamento de segurança através duma gestão eficaz dos níveis de stress dos trabalhadores. Isto é conseguido através da existência de uma boa organização e do fornecimento de equipamentos de segurança. Para se melhorar o comportamento a nível do <i>stress</i> emocional é essencial que os trabalhadores tenham sessões de esclarecimento, nas quais se tratem temas como a segurança em operações específicas de trabalho. Deve ainda existir segurança adequada ao nível de equipamentos, isto para que os trabalhadores realizem as tarefas de forma mais segura independentemente do seu comportamento (Leung <i>et al.</i> , 2012).

Tabela A.4: Identificação dos Perigos e Riscos associados ao conforto ambiental (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
d. Stress organizacional (cont.)	Tratamento inadequado dos trabalhadores e utilização inadequada de equipamentos de segurança	Os trabalhadores da construção lidam diariamente com tarefas de grande perigo, uma vez que utilizam equipamentos de segurança inadequados, que pode levar ao aparecimento de lesões e à ocorrência de acidentes graves ou mortais (Leung <i>et al.</i> , 2010 <i>cit.</i> Leung <i>et al.</i> , 2012). No caso dos trabalhadores que realizam tarefas dinâmicas e perigosas devem receber formação em segurança relacionada com essas atividades (Ahmed <i>et al.</i> , 2000; Toole, 2002 <i>cit.</i> Leung <i>et al.</i> , 2012). Isto aplica-se sobretudo para os técnicos, cujas tarefas exigem a concretização de uma variedade de competências e conhecimentos específicos de construção (Leung <i>et al.</i> , 2012). A formação em segurança é fundamental para levar à prática de comportamentos adequados e evitar danos nos locais de trabalho (Choudhry <i>et al.</i> , 2008 <i>cit.</i> Leung <i>et al.</i> , 2012). Uma formação inadequada pode ser stressante para os trabalhadores, levando ao aumento do desconforto psicológico (Leung <i>et al.</i> , 2012).
d. Formação inapropriada	Lesões devido à má ou não aplicação das regras de segurança.	Os trabalhadores devem receber formação contínua relativamente a práticas e procedimentos de segurança para a execução das tarefas e para o conhecimento dos perigos e riscos a que possam estar expostos (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
e. Fadiga dos profissionais	Aparecimento de lesões devido ao esforço físico excessivo ou aos movimentos repetitivos	Os equipamentos colocados à disposição dos trabalhadores devem ser usados corretamente, sobretudo os equipamentos de proteção individual. Também se deve avaliar o peso dos elementos a manusear, antes de serem transportados ou manuseados manualmente, avaliar a altura a elevar a carga e usar

Tabela A.4: Identificação dos Perigos e Riscos associados ao conforto ambiental (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
e. Fadiga dos profissionais (cont.)		equipamentos de elevação e de transporte adequados (SEGURANÇA, 2013-c).
f. Condições meteorológicas	Quedas e escorregamento em zonas de trabalho elevadas	As medidas preventivas que se devem utilizar são: plataformas de trabalho seguras dotadas de guarda-corpos e guarda cabeças, uso de calçado apropriado, escadas de telhador e tábuas de rojo (Decreto n° 41821, art. 4°, de 11 de Agosto de 1958).
g. Queda de objetos	Lesões dos trabalhadores e intervenientes na obra	Para minimizar os riscos é fundamental aplicar medidas de proteção contra quedas de objetos. A proteção a utilizar contra a queda de objetos deve ser garantida, através da implementação de sistemas de proteção coletiva adequada, nomeadamente, guarda-cabeças, telas ou redes de proteção, plataformas de carga e descarga. É importante salientar que as vias de circulação e os caminhos pedonais devem ser afastados dos locais onde exista risco de queda de objetos, especialmente em altura (Baptista, 2013).
h. Seleção inadequada de equipamentos	Acidentes e lesões dos trabalhadores	A seleção apropriada de equipamentos, o seu uso correto e inspeção e manutenção periódica são fatores importantes para a produtividade, eficiência e segurança no local de trabalho (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
i. Falta de meios de proteção/prevenção		A falta de meios de proteção ou prevenção decorre das verbas orçamentadas para a segurança serem inexistentes ou diminutas, ou devido à ausência de cultura de segurança, pelo que não são implementadas as medidas necessárias (Pinto <i>et al.</i> , 2011).

ANEXO A.5 - PERIGOS E RISCOS ASSOCIADOS À VIVÊNCIA SOCIOECONÓMICA

Tabela A.5: Identificação dos Perigos e Riscos associados à vivência socioeconómica.

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
a. Movimento de terras	Atropelamentos, esmagamento, soterramento e colisão com máquinas (Vasco, 2013-a).	Para minimizar os riscos o condutor manobrador com qualificação, boa coordenação entre os vários intervenientes, conhecimento do tipo de terreno e das possíveis infraestruturas existentes nas proximidades, evitar a permanência de trabalhadores nas zonas de operação/circulação de veículos, os caminhos de circulação devem estar bem organizados, em bom estado, os veículos devem estar devidamente sinalizados a nível sonoro e luminoso e todos os acessos devem permitir a mobilidade necessária (Vasco, 2013-b).
b. Atropelamento	Ferimentos ou lesões.	Para minimizar os riscos os acessos para pessoal e veículos devem ser construídos separadamente, os veículos e máquinas utilizadas devem estar devidamente sinalizadas a nível luminoso e acústico. Também deve ser proibido todo e qualquer trabalho ou a permanência de trabalhadores no raio de ação das máquinas (Vasco, 2013-b).
c. Colisão com máquinas	Ferimentos vários.	Para mitigar os riscos, todos os caminhos de circulação devem ser devidamente sinalizados e com largura suficiente para evitar choques frontais, os acessos a todos os locais de trabalho devem permitir a mobilidade necessária para efetuar o trabalho em segurança e a rápida evacuação em caso de emergência e os caminhos devem estar em boas condições de circulação (Vasco, 2013-b).

Tabela A.5: Identificação dos Perigos e Riscos associados à vivência socioeconómica (cont.).

Identificação dos Perigos e Riscos		
Perigos	Riscos	Medidas Preventivas
d. Inalação de poeiras	Problemas respiratórios.	Eliminação ou redução da emissão de poeiras, modificação dos processos para produzir menos poeiras recorrendo por exemplo a processos húmidos.
e. Ruído	Perda de audição, zumbidos e surdez.	Eliminar ou reduzir a fonte de ruído, limitar a duração e a intensidade de exposição, adotar métodos que minimizem a exposição ao ruído e utilização de proteções auditivas.
f. Vibrações	Perturbações musculoesqueléticas, neurológicas e vasculares.	Usar meios que reduzam a fonte de vibração, adotar métodos de trabalho alternativos, instalar equipamentos auxiliares para reduzir o risco de lesões, limitar a duração e a intensidade de exposição (Decreto-Lei nº46, art. 6º, 24 de Fevereiro de 2006).
g. Capotamento de máquinas	Ferimentos ou lesões.	Para evitar tais riscos é fundamental que o manobrador respeite a carga máxima, sem os sobrecarregar (Dias, 2013-c).
h. Formação inapropriada	Lesões devido à má ou não aplicação das regras de segurança.	Formação contínua relativamente a práticas e procedimentos de segurança na execução das tarefas e aos riscos a que possam estar expostos (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
i. Falta de meios de proteção/prevenção	Acidentes e lesões dos trabalhadores.	A falta de meios de proteção ou prevenção decorrente das verbas orçamentadas para a segurança serem inexistentes ou diminutas ou devido à ausência de cultura de segurança, pelo que não são implementadas as medidas necessárias (Pinto <i>et al.</i> , 2011).
j. Seleção inadequada de equipamentos	Acidentes e lesões dos trabalhadores.	A seleção apropriada de equipamentos, o seu uso correto e inspeção e manutenção periódica são fatores importantes para a produtividade, eficiência e segurança no local de trabalho (Pinto <i>et al.</i> , 2011).

ANEXO A.6 - CARACTERÍSTICAS AVALIADAS PELO SISTEMA LIDERA NO PROGRAMA PRELIMINAR

Programa Preliminar > Principais aspectos a considerar

Integração local

- Adequada integração dos empreendimentos no local;
- Reduzir a ocupação do solo;
- Minimizar o impacto ecológico do território;
- Valorizar o território e a rede ecológica;
- Valorizar a paisagem e o património.

Aplicação ao Edifício HEXA

- Implantar o edifício numa zona infra-estruturada;
- Privilegiar a existência de espaços permeáveis e impermeáveis e a interligação de habitats;
- O edifício prevê a definição de soluções arquitectónicas semelhantes às da envolvente.

Recursos

- Reduzir os consumos;
- Eficiência da utilização de recursos como a energia, a água e os materiais;
- Promover a produção local de recursos alimentares.

Aplicação ao Quarteirão OCTO

- Orientação solar optimizada;
- Locais para a instalação de sistemas de energia renovável;
- Captação e aproveitamento de águas pluviais;
- Áreas destinadas à produção alimentar vegetal.

Cargas ambientais

- Reduzir as emissões de efluentes líquidos;
- Reduzir as emissões atmosféricas;
- Reduzir os resíduos sólidos e semi-sólidos produzidos;
- Reduzir as emissões de ruído no exterior e complementarmente da poluição lumino-térmica.

Aplicação à Moradia Urbana

- Local de tratamento de águas residuais
- Local destinado à deposição e separação de resíduos domésticos
- Local para a reciclagem, compostagem
- Não existem equipamentos produtores de ruídos mal localizados

Conforto ambiental

- Aplicação de soluções que permitam criar ambientes que respondam ao conforto e ao bem-estar dos seres humanos;
- Facilitar a capacidade dos ocupantes para modificar e interagir com a qualidade do ar dos espaços interiores e com o ambiente térmico, luminoso e acústico.

Aplicação à Moradia Urbana

- Adequada ventilação natural cruzada;
- Orientação adequada do edifício face a exposição solar (considerando o clima), distribuição interna dos espaços adequada e o sombreamento de vãos envidraçados;
- Está prevista a iluminação natural, em todas as divisões excepto i.s. e garagens;
- As áreas envidraçadas estão em equilíbrio com os espaços a iluminar relativamente à área e forma.

Vivência sócioeconómica

- Facilitar a acessibilidade e a mobilidade, promover a variedade e a qualidade das amenidades locais e facilitar a interacção social;
- Apostar na diversidade económica;
- Garantir o controlo e a segurança das pessoas e de bens materiais;
- Reduzir os custos no ciclo de vida.

Aplicação ao Quarteirão OCTO

- Existência de transportes públicos nas imediações;
- Deslocações de baixo impacto favorecidas;
- Flexibilidade das habitações e dos espaços comuns;
- Diversidade das actividades económicas no próprio empreendimento;
- Percentagem elevada dos edifícios que interagem directamente com o espaço público;
- Existência de espaços de lazer e de encontro da população.

Uso sustentável

- Disponibilizar informação relevante aos agentes envolvidos nas várias fases do ciclo do edifício;
- Fomentar a implementação de sistemas de gestão ambiental, através da inovação de práticas, que explorem novas abordagens na procura da sustentabilidade.

Aplicação ao Edifício HEXA

- O edifício possuirá um sistema de gestão ambiental certificada (Sistema LiderA);
- Existe a intenção de implementar elementos inovadores no edifício.

Quarteirão OCTO

Quadro 4 – Requisitos do Quarteirão OCTO

Empreendimento	Quarteirão OCTO
Área do lote (m ²)	8000-10000
Área bruta de construção (m ²)	23000-26000
Nº de pisos a cima do solo	4-8
% das zonas verdes face à área total do lote	>30%

Edifício HEXA

Quadro 5 – Requisitos do Edifício HEXA

Empreendimento	Edifício HEXA
Área de implantação (m ²)	300-400
Área das fracções (m ²)	130-150
Nº de pisos a cima do solo	4-8
Preço de venda	1.300 €/m ²
Preço de renda	8,5 €/m ² /mês

Moradia Urbana

Quadro 6 – Requisitos da Moradia Urbana

Empreendimento	Moradia Urbana
Área de implantação (m ²)	200-300
Área bruta de construção (m ²)	130-150
Nº de pisos a cima do solo	1-2
% das zonas verdes face à área total do lote	>40%

Figura 21: Características avaliadas no programa preliminar (Pinheiro, 2010).

ANEXO A.7 - PLANTAS DO PROJETO-MODELO OCTO

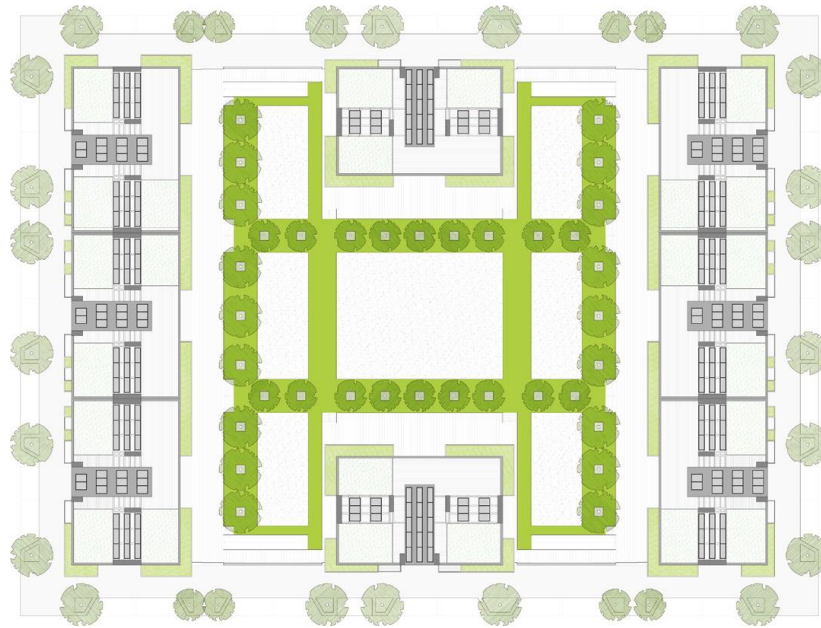


Figura 22: Planta de cobertura (Pinheiro, 2010).



Figura 23: Alçado nascente (Pinheiro, 2010).



Figura 24: Alçado sul (Pinheiro, 2010).

ANEXO A.8 - PLANTAS DO PROJETO-MODELO HEXA

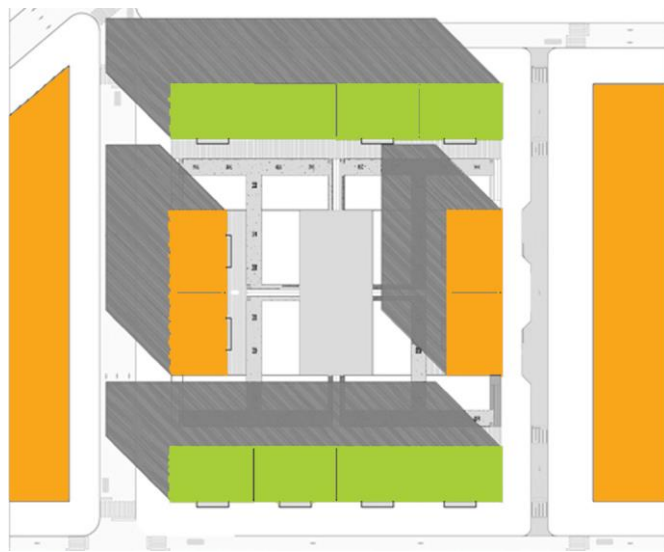


Figura 25: Planta esquemática – orientação solar
(Pinheiro,2010).

■ Nascente-poente; ■ Sul-norte



Figura 26: Alçado sul (Pinheiro, 2010).

ANEXO A.9 - PLANTAS DO PROJETO-MODELO DA MORADIA URBANA



Figura 27: Planta de implantação da moradia proposta (Pinheiro, 2010).

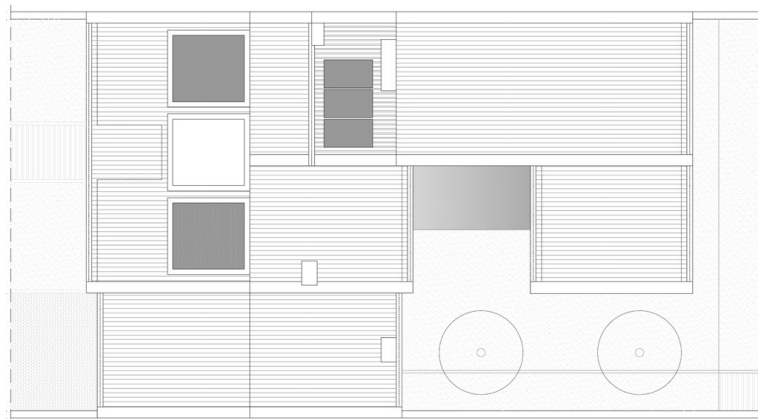


Figura 28: Planta de cobertura (Pinheiro, 2010).

ANEXO A.10 - CARACTERÍSTICAS AVALIADAS PELO SISTEMA LIDERA NO PROGRAMA BASE

Programa Base > Principais aspectos a considerar

Solo

- Intervir em zonas contaminadas;
- Intervir em zonas infra-estruturadas;
- Optimizar a permeabilidade do solo.

Aplicação ao Edifício HEXA: O edifício será implantado numa zona anteriormente ocupada por bairros clandestinos. A implantação prevê zonas permeáveis.

Ecossistemas naturais

- Promover a valorização dos habitats;
- Aumentar a biodiversidade;
- Promover a continuidade das estruturas verdes.

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Serão definidas áreas verdes no logradouro, destinadas a actividades de lazer e à produção alimentar, que potenciarão a biodiversidade local. Prevê-se a interligação de habitats através da continuação da estrutura verde do logradouro para o exterior do quarteirão.

Paisagem e património

- Fomentar a integração paisagista;
- Preservar o edificado com valor local, regional, nacional.

Aplicação ao Edifício HEXA: Serão definidas as cores, a as cores e a manutenção de um estilo arquitectónico semelhantes aos utilizados na envolvente.

Energia

- Adoptar de soluções bioclimáticas na arquitectura;
- Utilizar energias renováveis;
- Verificar os valores da eficiência no consumo.

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Terá uma orientação solar optimizada e vãos envidraçados correctamente dimensionados e sombreados. Estão previstos locais para a instalação de sistemas AQS e fotovoltaicos, assim como uma estratégia de iluminação exterior comum onde se propõe a utilização de leds.

Água

- Potenciar o uso racional e a gestão local da água;
- Reduzir o consumo de água primária proveniente da Rede Pública;
- Fomentar a gestão das águas locais de escorrência e águas pluviais.

Aplicação ao Edifício HEXA: Está prevista a captação de águas pluviais na cobertura do edifício e estão definidos os locais de armazenamento apropriados.

Materiais

- Fomentar a utilização de materiais locais, certificados, reciclados ou de baixo impacto;
- Promover a durabilidade das soluções e dos materiais adoptados.

Aplicação ao Edifício HEXA: Não existem medidas ou informações específicas sobre os materiais a utilizar.

Produção alimentar

- Permitir e incentivar a produção local de alimentos.

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Estão previstas áreas destinadas à produção alimentar vegetal, mais especificamente na cobertura dos edifícios e no logradouro do quarteirão.

Efluentes

- Assegurar o tratamento local de efluentes;
- Promover o potencial reaproveitamento das águas tratadas para usos secundários de água.

Aplicação ao Edifício HEXA: Prevê-se o tratamento de águas residuais, existindo a possibilidade de reutilizar a água tratada nos sanitários e rega de jardins.

Emissões atmosféricas

- Eliminar ou diminuir os sistemas que funcionem com combustão;
- Eliminar ou diminuir os sistemas que emitam substâncias com potencial acidificante.

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Não existem medidas ou informações específicas que indiquem uma produção de emissões atmosféricas em excesso.

Resíduos

- Assegurar o tratamento e a redução dos resíduos;
- Promover a valorização dos resíduos;
- Promover uma gestão de resíduos perigosos.

Aplicação ao Edifício HEXA: Estão previstos locais destinados à deposição e separação selectiva de resíduos domésticos e uma recolha posterior com vista à reciclagem e a compostagem.

Ruído exterior

- Reduzir as fontes de ruído (evitar equipamentos ruidosos ou escolher equipamentos com potência sonora reduzida)
- Localizar os equipamentos em zonas de menor proximidade e incluir isolamentos nas zonas onde se localizam
- Assegurar bons isolamentos acústicos (em locais mais sensíveis)

Aplicação ao Edifício HEXA: Os equipamentos produtores de ruído, estão correctamente localizados e isolados de zonas mais sensíveis.

Quarteirão OCTO



Figura 15 – Planta de biodiversidade local e Interligação de habitats.

Edifício HEXA



Figura 16 – Biodiversidade - Hortas urbanas



Figura 17 – Tratamento das águas na cave

Figura 29: Características avaliadas no programa base (Pinheiro, 2010).



Figura 30: Características avaliadas no programa base (Pinheiro, 2010).

ANEXO A.11 - CARACTERÍSTICAS AVALIADAS PELO SISTEMA LIDERA NO PROJETO BASE

Projecto Base > Principais aspectos a considerar

Valorização territorial

- Analisar o estado e o uso do solo a intervir;
- Promover a valorização territorial;
- Respeitar e ir de encontro aos instrumentos de gestão territorial em vigor, nomeadamente PDM, PU entre outros.

Aplicação ao Edifício HEXA: Antiga zona degradada e local infra-estruturado.

Optimização ambiental da implantação

- Verificar a percentagem de área permeável, do solo face ao total do lote.

Aplicação à Moradia Urbana: 59,8 % de solo permeável (448,5m²/750m²). Área de implantação do edifício=218m².

Valorização ecológica

- Preservar as espécies animais ou plantas considerados importantes, sensíveis ou com valor local;
- Aumentar os habitats considerados importantes, sensíveis ou com valor para o local.

Aplicação ao Edifício HEXA: (297m² área verde logradouro + 102,62m² área verde cobertura)/800m² área do lote = cerca de 50%; quatro espécies arbóreas autóctones introduzidas e vegetação rasteira.

Interligação de habitats

- Promover a continuidade da estrutura verde nas zonas envolventes;
- Evitar a existência de barreiras/obstáculos físicos entre habitats ou no mesmo habitat;

- Colocar estruturas (tocas, ninhos, etc.) que favoreçam o desenvolvimento de espécies.

Aplicação à Moradia Urbana: Perímetro de contacto dos corredores com os limites do lote é de 48,5 %; Continuidade através de arborização e espaços verdes permeáveis.

Integração paisagística

- Fomentar a integração paisagista ao nível das cores, dos materiais, da volumetria, do estilo arquitectónico e da altura das cérceas.

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Alturas semelhantes à média existente no local e utilização de uma paleta de cores e materiais dentro dos existentes no local.

Protecção e valorização do património

- Preservar o edificado;
- Valorizar a forma do edifício com o património envolvente (construído), e adequação do uso ao tipo de ambiente.

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Não existe património.

Eficiência no consumo

- Reduzir os consumos energéticos, através da monitorização dos consumos de energia;
- Verificar os valores da certificação energética.

Aplicação à Moradia Urbana: Simulação de desempenho energético no site da ADENE – Nível A.

Desenho passivo

- Adoptar práticas bioclimáticas e de desempenho solar passivo;
- Adoptar correcta orientação solar, factor de forma, isolamentos, massa térmica da estrutura, dimensionamento dos vãos, sombreamento, tipo de vidro e caixilharia, ventilação natural, e sistemas passivos.

Aplicação à Moradia Urbana: Orientação a sul; isolamento térmico adequado (pelo exterior - cortiça 4 mm), isolamento adequado na cobertura; sombreamento exterior; vidros duplos e caixilharia; fenestração selectiva; minimização e eliminação de pontes térmicas; ventilação adequada.

Intensidade em carbono

- Reduzir o nível de emissões de CO₂ a partir de fontes de energia renováveis e quantidade de energia produzida no total.

Aplicação à Moradia Urbana:]25 - 27] kg/m² ano de emissões de CO₂;]37,5 - 50[% do consumo de energia através de fontes renováveis.

Consumo de água (potável)

- Reduzir o consumo de água primária proveniente da rede de abastecimento pública definindo os consumos de água potável.

Aplicação ao Edifício HEXA: Uso de torneiras misturadoras e redutores de caudal; autoclismos de dupla descarga; utilização de águas pluviais para consumo secundário.

Gestão das águas locais

- Fomentar a gestão das águas locais, nomeadamente as escorrências locais antes e após a intervenção;
- Elaborar uma lista das medidas implementadas com vista à redução das escorrências;
- Assegurar uma gestão eficaz das águas locais.

Aplicação à Moradia Urbana:]75 - 90[% de redução da escorrência imediata de águas para pluvial ou linha de água na propriedade; retenção, tratamento de água, recolha de águas pluviais, utilização da mesma para rega.

Edifício HEXA



Figura 29 - Inserção urbana



Figura 30 - Vista Tardia



Figura 31 - Produção de energia na cobertura

Figura 31: Características avaliadas no projeto base (Pinheiro, 2010).

Morada Urbana 



Figura 32 - Inserção urbana



Figura 33 - Vista Tardoz



Figura 34 - Produção de energia na cobertura

Durabilidade

- Promover a durabilidade da estrutura, canalizações, acabamentos e equipamentos comuns.

Aplicação à Moradia Urbana: Tempos de vida: estrutura - 100 anos; acabamentos - 20 anos; equipamentos - 20 anos e canalizações - 40 anos.

Materiais locais

- Utilizar materiais provenientes ou produzidos a menos de 100 km do local de intervenção.

Aplicação à Moradia Urbana: 50 - 75 % dos materiais são materiais locais: betão, inertes, tijolo cerâmico, argamassa, telha, vegetação, terra.

Materiais de baixo impacto

- Utilizar materiais certificados ambientalmente, reciclados e/ou renováveis e de baixo impacto.

Aplicação ao Edifício HEXA: [37,5 - 50] % da materiais utilizados, face ao total são certificados, baixo impacto, reciclados e/ou renováveis.

Produção local de alimentos

- Permitir e incentivar a produção local de alimentos diversificados no edifício, de origem animal e/ou vegetal.

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Produção alimentar na cobertura e no logradouro: árvores de fruto, legumes e hortaliças e ervas aromáticas.

Tratamento das águas residuais

- Promover o tratamento de águas, efectuado no local;
- Reduzir a percentagem de efluentes que não é tratada localmente.

Aplicação à Moradia Urbana: [90 - 100] % tratamento de águas residuais efectuado no local. O restante é enviado para o sistema municipal de colectores.

Caudal de reutilização de águas usadas

- Utilizar água reutilizada para rega de zonas verdes e outras áreas exteriores, abastecimento de autoclismos.

Aplicação ao Edifício HEXA: [90 - 100] % das águas residuais tratadas servem as actividades a desenrolar no interior/exterior do edifício que não exijam água potável.

Caudal de emissões atmosféricas

- Eliminar ou diminuir a utilização de equipamentos que funcionem com combustão e/ou emitam partículas e/ou substâncias com potencial acidificante.

Aplicação à Moradia Urbana: Existência de uma lareira com aproveitamento de calor - diminuir consideravelmente a quantidade de CO para o exterior (emissões próximas de zero) e o rendimento é muito elevado.

Produção de resíduos

- Reduzir a quantidade de resíduos de construção produzidos;
- Reduzir a produção de resíduos sólidos, por exemplo resíduos sólidos urbanos, incluindo a compostagem de resíduos orgânicos;
- Reduzir a quantidade de resíduos produzidos na fase de demolição.

Aplicação à Moradia Urbana: [12,5 - 25] % Percentagem de redução na produção de resíduos na fase de operação (kg/m² área total); [50 - 75] - Percentagem de redução na produção de resíduos nas fases de construção e demolição (kg/m² área total).

Gestão de resíduos perigosos

- Reduzir e gerir os resíduos perigosos produzidos e utilizados e os materiais e produtos que os originam;
- Promover a sua redução, eliminação, gestão e deposição final adequada.

Aplicação ao Edifício HEXA: Locais para a deposição de pilhas, lâmpadas, óleos alimentares, resíduos perigosos de escritório; eliminação de materiais perigosos existentes nos produtos usados para a manutenção.

Valorização de resíduos

- Aumentar a quantidade de resíduos valorizados ou reciclados no edifício;
- Promover uma separação selectiva de resíduos, e reciclagem imediata e local.

Aplicação à Moradia Urbana: Central de deposição dos resíduos reciclados na moradia, locais adequados no interior para a deposição e separação dos resíduos a reciclar e contentores nas imediações (até 100m).

Fontes de ruído para o exterior

- Reduzir os níveis de ruído produzidos provenientes de fontes internas ou de fontes externas.

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Colocação de isolamentos adequados nas paredes interiores ou exteriores envolventes aos equipamentos que emitem ruídos - elevadores silenciosos.

Figura 32: Características avaliadas no projeto base (Pinheiro, 2010).

Poluição ilumino-térmica

- Reduzir os níveis de poluição ilumino-térmica no exterior, efeito de ilha de calor, e poluição luminosa.

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Existência de fachadas e coberturas com cores claras, cobertura ajardinada. Existência de luminárias com intensidade adequada e controlo de iluminação.

Níveis de qualidade do ar

- Fomentar a ventilação natural, o seu tipo e incidência por divisão;
- Promover medidas implementadas com vista à redução de COV's e redução de contaminações no ar interior (micro-contaminações).

Aplicação à Moradia Urbana: Estacionamento à superfície, cobertura ajardinada, hortas urbanas, controlo de iluminação.

Conforto térmico

- Fomentar o uso da iluminação natural através da arquitectura dos espaços (organização, forma, dimensão dos vãos, materiais, etc.);
- Utilizar sistemas de iluminação eficazes (lâmpadas eficientes, correcta colocação das luminárias, possibilidade de controlar os níveis de iluminação).

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Orientação adequada do edifício; distribuição interna dos espaços adequada; isolamento térmico adequado (pelo exterior com 6 cm) - revestido pelo sistema Dryvit; vidros duplos com sombreamento pelo exterior.

Níveis de iluminação

- Fomentar o uso da iluminação natural através da arquitectura dos espaços (organização, forma, dimensão dos vãos, materiais, etc.);
- Utilizar sistemas de iluminação eficazes (lâmpadas eficientes, correcta colocação das luminárias, possibilidade de controlar os níveis de iluminação).

Aplicação à Moradia Urbana: Iluminação natural (mais de 50% das divisões principais), acabamentos de cor clara, sombreamento de vãos envidraçados: sul, este e oeste, correcto dimensionamento das luminárias, para as áreas da cozinha (300 lux), sala de jantar (200 lux), corredores comuns (100 lux).

Conforto sonoro

- Evitar que os níveis de ruído excedam os 35 dB(A) no interior dos edifícios, durante as 24 horas do dia.

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Organização espacial adequada aos ruídos provenientes das instalações existentes no interior do edifício, isolamento acústico adequado aos diversos compartimentos, vidros duplos, existência de apoios antivibratórios para a porta da garagem e elevadores.

Acesso aos transportes públicos

- Garantir o acesso a transportes públicos ou criação de acesso a nós de transportes públicos;
- Em casos específicos promover a criação de mecanismos de transporte públicos próprios.

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Existência de um meio de transporte público (autocarro) regular até 500m.

Mobilidade de baixo impacte

- Promover soluções de mobilidade de baixo impacte como a circulação a pé ou de bicicleta;
- Utilização de veículos híbridos ou eléctricos, a utilização de veículos em poolshare, entre outros.

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Caminhos pedonais; trilhos de ciclovias; existência de lugares de estacionamento exclusivos para bicicletas e veículos ecológicos; posto de carregamento de veículos eléctricos.

Soluções inclusivas

- Reduzir os locais com potenciais problemas de acessibilidade e movimentação;
- Identificar soluções inclusivas adoptadas com vista à sua resolução, quer no interior, quer no exterior do edificado.

Aplicação à Moradia Urbana: 75% da área acessível (69% com logradouro, 56% sem logradouro); assegurar a colocação de lugares de estacionamento em locais de acesso fácil e de entrada sem obstáculos na moradia.

Flexibilidade

- Fomentar a flexibilidade dos espaços, nomeadamente através da existência de áreas modulares e adaptáveis a várias utilizações.

Aplicação à Moradia Urbana: Sala do tipo open space e com duplo pé direito, de forma a permitir adaptação a novos usos; acessibilidade às tubagens de água e aos seus mecanismos de controlo.

Dinâmica económica

- Criar condições para potenciar e incentivar as actividades económicas locais;
- Reduzir as desigualdades sociais ao nível local, identificando e adaptando soluções com vista à sua resolução;
- Fomentar a fixação de actividades económicas relevantes para o desenvolvimento da zona.

Aplicação ao Quarteirão OCTO: Comércio localizado no piso térreo que interage com o logradouro do lote do edifício, frente de rua/praçã com actividades económicas; Possibilidade de arrendamento com rendas acessíveis para a classe média e população mais jovem.

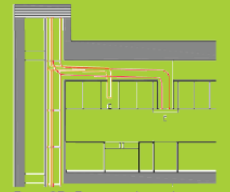
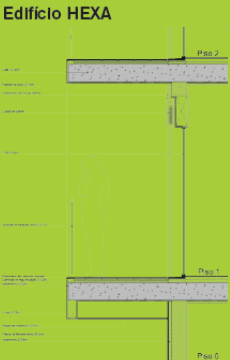


Figura 33: Características avaliadas no projeto base (Pinheiro, 2010).



Figura 34: Características avaliadas no projeto base (Pinheiro, 2010).

ANEXO A.12 - PLANTAS DO PROJETO-MODELO

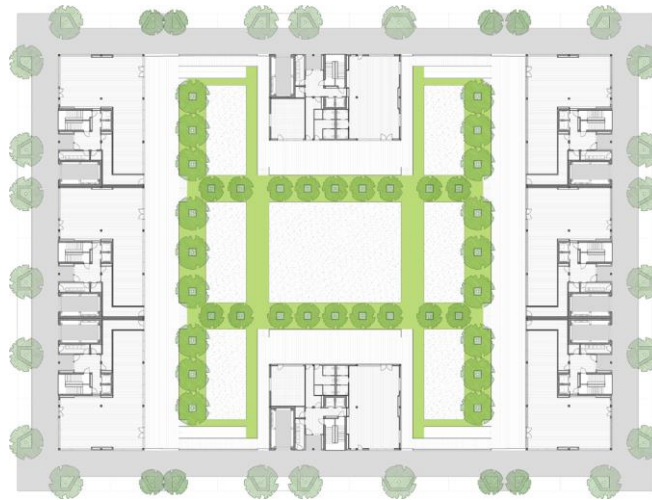


Figura 35: Planta do piso térreo do quarteirão OCHO (Pinheiro,2010).

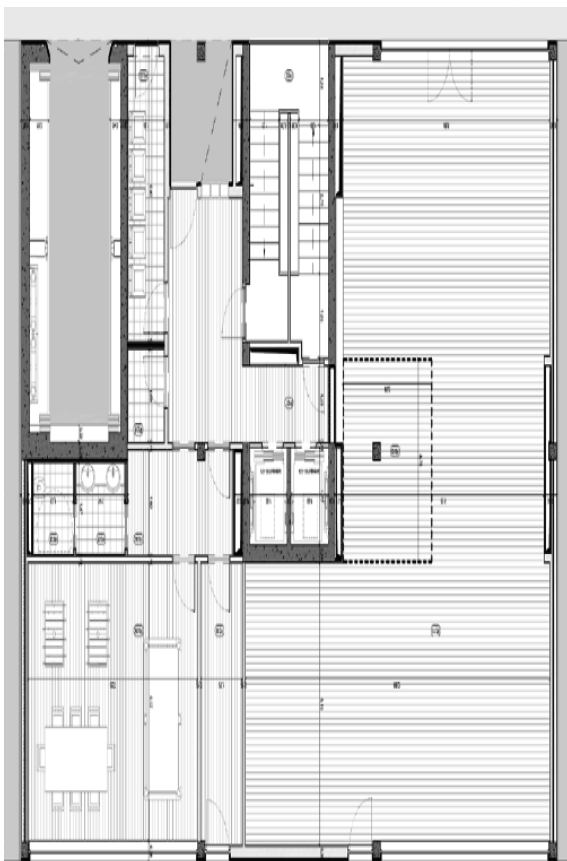


Figura 37: Planta do piso térreo do edifício HEXA (Pinheiro,2010).



Figura 36: Planta do piso tipo – Edifício HEXA (Pinheiro, 2010).



Figura 38: Planta do piso térreo – Moradia Urbana (Pinheiro,2010).



Figura 39: Planta do 1º piso – Moradia Urbana (Pinheiro, 2010).

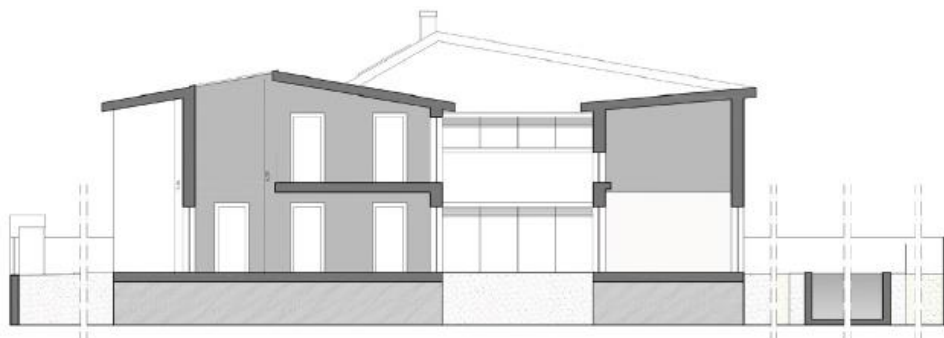


Figura 40: Corte da moradia pela entrada principal (Pinheiro, 2010).

ANEXO A.13 - CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS VERDES

A construção de edifícios verdes, a sua manutenção, reparação e demolição acarreta riscos para a segurança e saúde no trabalho, bem como a recolha de resíduos relacionados com a construção ou demolição (excluindo o tratamento de resíduos e reciclagem). Alguns dos riscos associados a este tipo de edifícios são novos, sendo eles relacionados com o uso de novos materiais, tecnologias verdes ou de *design*, quando comparados com os da construção tradicional (E-Facts, 2013-a).

A informação acerca dos riscos ocupacionais relacionados com a construção verde são muito escassos. De seguida apresentam-se os riscos existentes associados à construção de edifícios verdes (E-Facts, 2013-a).

Tabela A.13: Perigos, riscos e medidas preventivas a ter em consideração na construção de edifícios verdes (E-Facts, 2013-a).

Tipos de Riscos	Perigos e/ou Riscos	Prevenção
Riscos associados à construção tradicional e à construção de edifícios verdes	<ul style="list-style-type: none"> - - Trabalhos em altura - escorregões, tropeções e quedas; - Queda de objetos ou materiais; - Pressão associada ao tempo de execução; - Exposição a compostos orgânicos voláteis (por exemplo tintas, ou adesivos, e poeiras); - Exposição a fibras que podem provocar irritações oculares e doenças das vias respiratórias; - Esforço físico excessivo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Medidas de controlo e de organização; - Utilização de equipamentos de proteção individual que possibilitem a redução dos diferentes perigos e consequentes riscos; - Equipamentos de proteção individual; - Reduzir o risco na fonte, sempre que possível;
Riscos associados aos novos materiais da construção verde	<ul style="list-style-type: none"> - Exposição a poeiras que provocam irritação da pele, dos olhos e das vias respiratórias (nomeadamente a bronquite, asma nasal e cancro); - Exposição a alérgenos à base de proteínas e de microrganismos; 	<ul style="list-style-type: none"> - Formação regular dos trabalhadores e de todos os intervenientes.

Tabela A.13: Perigos, riscos e medidas preventivas a ter em consideração na construção de edifícios verdes (cont.) (E-Facts, 2013-a).

Tipos de Riscos	Riscos e/ou Perigos	Prevenção
Riscos associados aos novos materiais da construção verde (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado esforço físico; - Exposição ao ruído; - Inalação de substâncias tóxicas. 	
Riscos associados às novas tecnologias verdes	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho em altura - queda; - Eléctricos; - Exposição a poeiras ou temperaturas elevadas; - Exposição a substâncias perigosas resultantes do betão fresco, de agentes de descofragem; - Ruído; - Exposição a fibras que podem provocar irritações oculares e doenças das vias respiratórias; - Esforço físico excessivo. 	
Riscos associados ao <i>design</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalhos em altura - quedas; - Esforço físico excessivo. 	
Riscos associados à organização do trabalho	<ul style="list-style-type: none"> - Formação inadequada. 	

ANEXO A.14 - ENERGIA SOLAR EM MATÉRIA DE SEGURANÇA NO TRABALHO

A instalação de sistemas de energia solar em pequena escala é muito utilizada, apesar de se dar pouca importância aos aspetos de segurança e saúde no trabalho. Desde o processo de fabrico, transporte, instalação e manutenção, que existem vários trabalhadores que estão envolvidos com tais sistemas, pelo que é fundamental dar importância à segurança e saúde de todos os intervenientes quando tais aplicações são planeadas e projetadas, a fim de evitar determinados riscos (E-Facts, 2013-b).



Existem dois tipos de aplicações que utilizam a energia solar, nomeadamente a energia solar fotovoltaica (PV) e a energia solar térmica.

Tabela A.14: Perigos, riscos e medidas preventivas a ter em consideração durante a instalação de PV e coletores solares (E-Facts, 2013-b).

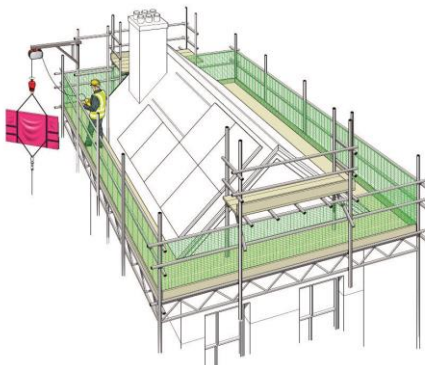
Tipos de Riscos	Perigos e/ou Riscos	Prevenção
Riscos associados ao fabrico de instalações solares	Químicos	
Riscos associados à instalação, manutenção e desinstalação	Problemas de acesso, queda de objetos; quedas, escorregões relacionados com os trabalhos em altura. Lesões músculo-esqueléticas	- Medidas de controlo e de organização; - Equipamentos de proteção individual;
Riscos associados à integração em infraestruturas e operação	Elétricos e de incêndio.	- Reduzir o risco na fonte; - Formação regular dos trabalhadores e de todos os intervenientes;
Riscos associados à gestão de resíduos e reciclagem	Ergonómicos e lesões músculo-esqueléticas.	- Redução do uso de materiais tóxicos na fase de fabrico.
Riscos em serviços de emergência	Elétricos, respiratórios devido à inalação de substâncias perigosas, deslizamento e desmoronamento, queda em altura e queda de material.	

Em seguida ir-se-á apresentar um exemplo de práticas de trabalho de instalação de painéis fotovoltaicos e de coletores solares, completamente inaceitáveis que poderiam resultar em morte ou ferimentos graves.



Figura 41: Exemplo de colocação de PV ou coletores solares em proteção (HSE, 2013-b).

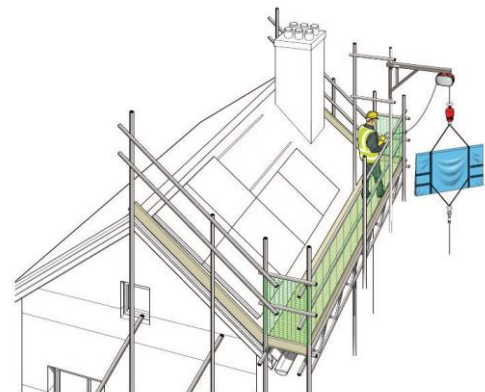
Em contrapartida, ir-se-á apresentar alguns exemplos de boas práticas de instalação de painéis fotovoltaicos e de coletores solares, para evitar riscos graves.

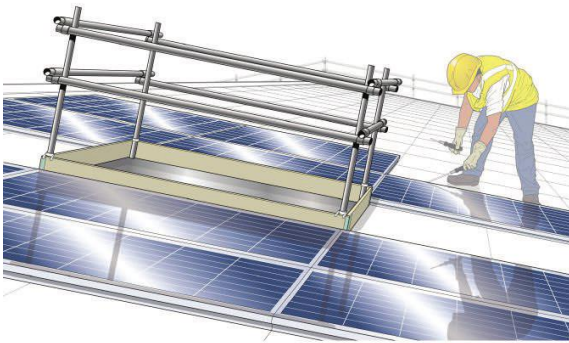


para maior clareza (HSE, 2013-b).

Este sistema proporciona a proteção contra queda em torno do telhado de um edifício. Assim sendo, esta seria uma solução apropriada, uma vez que os painéis vão ser colocados ao longo de todo o telhado e a 2 m da empena. A elevação dos painéis é efetuada de forma mecânica e o seu manuseamento é manual. Salienta-se que alguns componentes foram omitidos

Este sistema alternativo coloca guarda-corpos e rodapés no final da empena. Isto iria proporcionar a proteção em torno do telhado, de forma a evitar quedas aquando da instalação dos painéis, sendo estes instalados numa única inclinação do telhado. É importante referir que alguns componentes do andaime foram suprimidos para maior clareza (HSE, 2013-b).





O exemplo que se apresenta de seguida, representa a instalação de painéis em coberturas que contêm claraboias embutidas, com material frágil, enquanto que o resto da superfície do telhado não é frágil e deve suportar o peso dos painéis e dos trabalhadores. Neste contexto, a proteção temporária junto à bordadura do telhado é efetuada a partir de componentes de andaimes, sendo que alguns componentes dos andaimes e das claraboias foram omitidos para maior clareza (HSE, 2013-b).

ANEXO A.15 - TRABALHO EM ALTURA

A avaliação do trabalho em altura consiste em organizar e planejar o trabalho, para que este seja realizado com segurança.

Os trabalhos em altura devem ser evitados, sempre que possível para evitar quedas e ferimentos dos trabalhadores e de todos os intervenientes. Salienta-se que mais de 60% das mortes existentes no setor da construção estão relacionadas com os trabalhos em altura, uma vez que estes podem provocar quedas em escadas, andaimes, plataformas de trabalho e da bordadura da cobertura. Para evitar os riscos referidos é importante utilizar os meios de proteção adequados. Em seguida apresentam-se alguns exemplos de aplicação dos meios de prevenção (HSE, 2013-a).



Exemplo correto de aplicação de proteções laterais e longitudinais, de guarda-corpos, pranchas metálicas e acesso adequado entre os diversos níveis, quando se utiliza andaimes.

Figura 42: Andaimes com proteção ¹.

Utilização incorreta dos andaimes na construção, pois estes não apresentam qualquer tipo de proteção longitudinal nem transversal: guarda-corpos, pranchas metálicas e acessos para os diferentes níveis.



Figura 43: Andaimes sem proteção ².

¹ <http://www.zun.com.br/fotos/2011/08/Equipamentos-de-prote%C3%A7%C3%A3o-coletiva.jpg>

² <http://www.metalica.com.br/images/stories/Id3750/seguranca-andaimes-01.jpg>



Utilização correta de guarda-corpos durante a realização de trabalhos em altura.

Figura 44: Exemplo de trabalhos em altura com guarda-corpos ³.

Este exemplo de aplicação não apresenta qualquer tipo de proteção durante a realização dos trabalhos em altura, pelo que estão a colocar em risco a segurança dos trabalhadores e de todos os intervenientes. Assim sendo, este exemplo é incorreto.



Figura 45: Exemplo de trabalhos em altura sem guarda-corpos ⁴.

³ <http://stroytechcon.ru/images/stories/1/196.jpg>

⁴

http://1.bp.blogspot.com/_EJ7svZSak/R4pgK_ohdFI/AAAAAAAAAAm/VV_b9ZBhTm8/s400/20060620+001.jpg

ANEXO A.16 - RISCOS ELÉTRICOS NA CONSTRUÇÃO

Os trabalhos relacionados com a eletricidade podem levar à ocorrência de mortes ou ferimentos. É importante referir que os equipamentos elétricos utilizados em obra devem ser seguros e a sua manutenção deve ser adequada (HSE, 2013-c).

Sistemas elétricos em edifícios – o trabalho em edifícios apresenta elevado risco, por isso deve ser devidamente planeado e gerido, para evitar que os trabalhadores fiquem expostos a perigos de origem elétrica (HSE, 2013-c).

Linhas de alta tensão – qualquer trabalho realizado perto de linhas de alta tensão deve ser cuidadosamente estruturado e executado para evitar e/ou minimizar o perigo de contacto accidental ou a proximidade com as linhas (HSE, 2013-c).

Cabos subterrâneos – estes podem ser danificados de forma ocasional, levando ao aparecimento de ferimentos fatais ou graves. Assim sendo, é imprescindível tomar medidas preventivas, que evitem tais perigos e consequentes riscos. A principal medida preventiva consiste em localizar devidamente os cabos subterrâneos para que se possam efetuar escavações seguras (HSE, 2013-c).

Por fim, é importante salientar que todos os trabalhos relacionados com a eletricidade devem ser realizados por pessoas qualificadas, com formação e os cabos elétricos devem estar bem isolados.

ANEXO A.17 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Os equipamentos de proteção constituem uma abordagem que, de acordo com os princípios gerais de prevenção, têm como finalidade combater o risco. A sua utilização por parte dos trabalhadores deve ter lugar quando os riscos não podem ser evitados, ou controlados através de sistemas de prevenção integrada, ou meios técnicos de proteção coletiva, ou por processos de organização do trabalho (Cabral, 2011).

Em seguida, apresentam-se alguns exemplos de equipamentos de proteção individual a utilizar em obra.



Figura 46: Equipamentos de proteção individual (1 – arnês anti-queda; 2 – capacete; 3 – óculos de proteção; 4 – luvas; 5 – botas; 6 – proteção das vias respiratórias).

¹ <http://www.segtrawear.pt/catalogos/437.jpg>

² <http://www.logismarket.pt/ip/nova-protec-capacetes-industriais-capacete-climax-205-rg-628704-FGR.jpg>

³ http://4.bp.blogspot.com/_Dflut827cBw/TQonEYhnSFI/AAAAAAAAAGo/R193EfaVABo/s1600/84.jpg

⁴ <http://www.solostocks.com.br/img/luva-de-seguranca-flexlinea-com-revestimento-latex-verde-yeling-1194668n0.jpg>

⁵ [http://www.grupoapr.eu/apr/Portals/0/bota-preta-work-c-biqueira-de-aco-01-501-5815-304515n0\[1\].jpg](http://www.grupoapr.eu/apr/Portals/0/bota-preta-work-c-biqueira-de-aco-01-501-5815-304515n0[1].jpg)

⁶ http://negocios.maiadigital.pt/hst/equipamento_proteccao_individual/folder.0003/proteccao_respiratoria6