



Universidade de Aveiro
Ano 2021

**RENATO GOMES
COUTO**

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE
TRANSIÇÃO ENERGÉTICA - HIDROGÉNIO E
BIOCOMBUSTÍVEIS**



Universidade de Aveiro
Ano 2021

**RENATO GOMES
COUTO**

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE
TRANSIÇÃO ENERGÉTICA – HIDROGÉNIO E
BIOCOMBUSTÍVEIS**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor João Carlos de Oliveira Matias, Professor Catedrático, e da Doutora Margarita Matias Robaina, Professora Auxiliar, do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Dedico esta tese à Frederica Couto.

o júri

Presidente

Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre
Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro

Doutor João Paulo da Silva Catalão
Professor Associado com Agregação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Doutor João Carlos de Oliveira Matias (Orientador)
Professor Catedrático, Universidade de Aveiro

agradecimentos

À empresa que me proporcionou a experiência, em especial à Cristina e à Rosário por todo o apoio e dedicação.

Ao Prof. João Matias e à Prof. Margarita Robaina pela orientação.

Ao Manuel Costeira da Rocha por toda a ajuda durante o meu estágio.

Ao INEGI pelo apoio.

À Ana por ser o meu pilar neste percurso.

Aos meus pais pelo incansável suporte ao longo desta jornada.

Aos meus amigos pela verdadeira amizade, por todas as experiências e por serem um verdadeiro sinónimo de felicidade.

palavras-chave

Transição Energética; Projetos; LCOH; Hidrogénio; Biocombustíveis

resumo

Existem várias fontes de energia, mas com o decorrer dos anos as emissões de carbono têm sido uma preocupação ambiental e económica. É necessário que empresas de todos os setores, mas principalmente do setor energético desenvolvam projetos com o intuito de utilizar novas formas de energia, menos poluentes e sustentáveis. Este estudo foi desenvolvido numa empresa do setor energético, que fornece energias inovadoras ao mercado. O principal objetivo deste trabalho passou pelo desenvolvimento de projetos de transição energética, mais propriamente na área dos biocombustíveis avançados e hidrogénio. Foram acompanhados alguns projetos, levantadas as suas necessidades, seguindo-se um plano de ações com vista a colmatar essas mesmas necessidades. A implementação do plano de ações alcançou um próximo passo para os projetos de transição energética, garantindo o desenvolvimento dos mesmos. A elaboração de relatórios de progressão concentrou a informação de clientes piloto que consumiam biocombustível, desde informação das respetivas frotas ao impacto ambiental, permitindo uma automatização na análise dos dados. O desenvolvimento de um modelo de custo de hidrogénio permitiu adquirir conhecimento nessa área e definir os seus principais custos de produção. Assim, o custo de energia revelou-se bastante influente no custo do hidrogénio. A otimização do custo foi necessária para alcançar o fator de utilização do eletrolisador mais próximo do ótimo. A análise da rentabilidade dos principais fatores da produção de diesel verde contribuiu para delinear os limites do projeto. Existe ainda caminho a percorrer no desenvolvimento de projetos de transição energética e principalmente algum desenvolvimento político e económico face à adoção desta nova forma de energia que é o hidrogénio.

keywords

Energy Transition; Projects; LCOH; Hydrogen; Biofuels

abstract

There are several sources of energy, but over the years carbon emissions have been an environmental and economic concern. It is necessary that companies in all sectors, but especially in the energy sector, develop projects in order to use new forms of energy, less polluting and sustainable. This study was developed in a company of the energy sector, which provides innovative energies to the market. The main objective of this work was the development of energy transition projects, more specifically in the area of advanced biofuels and hydrogen. Some projects were monitored, their needs were identified, and an action plan was developed to meet those needs. The implementation of the action plan achieved a next step for the energy transition projects, ensuring their development. The development of progress reports concentrated the information from pilot customers that consumed biofuel, from information on their fleets to environmental impact, allowing for automation of data analysis. The development of a hydrogen cost model allowed to acquire knowledge in this area and to define its main production costs. Thus, the energy cost proved to be quite influential in the cost of hydrogen. Cost optimization was necessary to achieve the electrolyzer utilization factor closest to the optimum. The analysis of the profitability of the main factors of green diesel production, helped to delineate the limits of the project. There is still a way to go in the development of energy transition projects and mainly some political and economic development regarding the adoption of this new form of energy that is hydrogen.

Índice

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	Contextualização	1
1.2.	Estágio: Motivação e Objetivos	2
1.3.	Metodologia	3
1.4.	Estrutura do trabalho.....	4
2.	O DESAFIO	7
2.1.	A organização	7
2.2.	Transição Energética na Empresa	10
2.3.	Departamento de Investigação, Desenvolvimento e Inovação	12
2.3.1.	Soluções de transição energética	13
2.3.2.	Projetos Acompanhados.....	14
2.3.2.1.	Eco Diesel	15
2.3.2.2.	Hidrogénio.....	15
2.3.2.2.1.	Injeção de hidrogénio na rede nacional de gás natural	17
2.3.2.2.2.	Produção de <i>diesel</i> verde	18
3.	REVISÃO DE LITERATURA.....	23
3.1.	Investigação, Desenvolvimento e Inovação nas Empresas.....	23
3.1.1.	ID&I no Setor Energético	24
3.1.2.	<i>Big data</i> como ferramenta para ID&I	25
3.2.	A problemática ambiental e energética.....	25
3.2.1.	Gases com efeito de estufa (GEE).....	26
3.2.2.	Sistema Energético	28
3.2.3.	Transição Energética.....	29
3.3.	Biocombustíveis	31
3.3.1.	Biodiesel	31
3.3.2.	Diesel Verde.....	32
3.4.	Hidrogénio.....	32
3.5.	Business Intelligence and Data Analytics.....	35
3.6.	Gestão de Projetos	36
4.	PROJETO PRÁTICO	39
4.1.	Enquadramento.....	39

4.2.	Identificação do Desafio	39
4.2.1.	Projetos de transição energética a desenvolver.....	40
4.3.	Fase 1 – Construção de Relatórios de progressão	42
4.3.1.	Cenário Inicial	42
4.3.2.	Escolha da ferramenta e ações implementadas	43
4.3.3.	Pós Implementação	43
4.3.4.	Interação com os relatórios.....	45
4.4.	Fase 2 – Desenvolvimento de um modelo de custo de hidrogénio.....	48
4.4.1.	Cenário Inicial	48
4.4.2.	Comparação de tecnologias de Hidrogénio.....	48
4.4.3.	Implementação do modelo de custo do Hidrogénio (LCOH).....	49
4.4.3.1.	Demonstração de resultados	57
4.4.3.2.	Análise de sensibilidade	60
4.4.3.2.1.	Cenário 1.....	60
4.4.3.2.2.	Cenário 2.....	63
4.4.3.2.3.	Cenário 3.....	64
4.4.3.3.	Minimização do custo do Hidrogénio	65
4.4.4.	Pós implementação	68
4.5.	Fase 3 – Análise do plano de negócio do projeto C.....	68
4.5.1.	Cenário 1.....	69
4.5.2.	Cenário 2.....	71
4.5.3.	Cenário 3.....	72
5.	CONCLUSÃO.....	75
5.1.	Limitações	76
5.2.	Propostas futuras	77
	REFERÊNCIAS.....	78
	Anexo 1 - Base de Dados Clientes Piloto	85
	Anexo 2 - Base de Dados consumos gerais.....	86
	Anexo 3 - Base de dados consumo por matrícula	87
	Anexo 4 - Modelo Power BI	88
	Anexo 5 –Folha Individual (Autor, 2021).....	89
	Anexo 6 – Folha Geral (Autor, 2021)	90
	Anexo 7 – Folha de Gestão Interna (Autor, 2021)	91

Índice de Figuras

FIGURA 2.1 - ÁREAS DE NEGÓCIO DA EMPRESA (AUTOR, 2021)	8
FIGURA 2.2 – ORGANIGRAMA PRIO ENERGY (AUTOR, 2021)	9
FIGURA 2.3 – ORGANIGRAMA DEPARTAMENTO ID&I (AUTOR, 2021)	10
FIGURA 2.4 – CONSUMO DE ENERGIA PRIMÁRIA EM PORTUGAL (DGEG, 2019)	11
FIGURA 2.5 – PROCESSO DE ID&I (AUTOR, 2021)	12
FIGURA 2.6 – ESQUEMA DE PROJETOS DE HIDROGÉNIO (AUTOR, 2021)	16
FIGURA 2.7 - ESQUEMA AMPLIADO PROJETO C (AUTOR, 2021)	17
FIGURA 2.8 - CADEIA DE VALOR INSERIDA NO PROJETO (AUTOR, 2021)	19
FIGURA 2.9 - PROCESSO DE PRODUÇÃO DE HVO (MORENO FERNÁNDEZ-VILLAMIL & HURTADO DE MENDOZA PANIAGUA, 2018)	20
FIGURA 3.1 – GASES COM EFEITO DE ESTUFA E RESPECTIVAS EMISSÕES (UNITED NATIONS, 2020)	26
FIGURA 3.2 – EMISSÕES DE GEE POR SETOR (UNITED NATIONS, 2020)	27
FIGURA 3.3 – REDUÇÃO DE GEE EM 2020 (FACE A 2019) DEVIDO À COVID-19 (UNITED NATIONS, 2020)	27
FIGURA 3.4 – PERDAS DE ENERGIA (CULLEN & ALLWOOD, 2010)	28
FIGURA 3.5 – FLUXO DE ENERGIA ATÉ À SUA UTILIZAÇÃO FINAL (CULLEN & ALLWOOD, 2010)	29
FIGURA 3.6 – CAPACIDADE DE GERAR ENERGIA RENOVÁVEL A NÍVEL MUNDIAL (GIELEN ET AL., 2019)	30
FIGURA 3.7 – GESTÃO DE PROJETOS (AUTOR, 2021)	37
FIGURA 4.1 – PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE RELATÓRIOS (AUTOR, 2021)	42
FIGURA 4.2 - FLUXO DE DADOS PBI (AUTOR, 2021)	44
FIGURA 4.3 – PÁGINA INICIAL DE SELEÇÃO DE CLIENTE (AUTOR, 2021)	45
FIGURA 4.4 – EXEMPLO DE SELEÇÃO (AUTOR, 2021)	46
FIGURA 4.5 – RELATÓRIO DIVIDIDO EM 3 PARTES (AUTOR, 2021)	47
FIGURA 4.6 - CARGA HORÁRIA ERSE (ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS ENERGÉTICOS, 2021)	52
FIGURA 4.7 - PRINCIPAIS INFLUENCIADORES DO LCOH (AUTOR, 2021)	58
FIGURA 4.8 - IMPACTO DA VENDA DE OXIGÉNIO NO LCOH (AUTOR, 2021)	58
FIGURA 4.9 - IMPACTO DO CAPEX NO LCOH (AUTOR, 2021)	64
FIGURA 4.10 - FERRAMENTA SOLVER UTILIZADA NA OTIMIZAÇÃO DO LCOH (AUTOR, 2021)	66

Índice de Tabelas

TABELA 2.1 – PRINCIPAIS EMPRESAS DO GRUPO (AUTOR, 2021)	7
TABELA 2.2 - SOLUÇÕES ENERGÉTICAS DA EMPRESA (AUTOR, 2021)	14
TABELA 2.3 – PRINCIPAIS OBJETIVOS DO PROJETO B (AUTOR, 2021)	18
TABELA 2.4 - PRINCIPAIS INDICADORES DO PROJETO B (AUTOR, 2021)	18
TABELA 2.5 - OBJETIVOS DO PROJETO C (AUTOR, 2021)	19
TABELA 3.1 – CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE HIDROGÉNIO (AUTOR, 2021)	33
TABELA 4.1 - OBJETIVOS GERAIS DOS PROJETOS ACOMPANHADOS (AUTOR, 2021)	39
TABELA 4.2 - DESCRIÇÃO DO DESAFIO (AUTOR, 2021)	40
TABELA 4.3 - NECESSIDADES IDENTIFICADAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO (AUTOR, 2021)	40
TABELA 4.4 - PLANO DE AÇÕES (AUTOR, 2021)	41
TABELA 4.5 - FASES DO PROJETO PRÁTICO DESENVOLVIDO (AUTOR, 2021)	42
TABELA 4.6 - IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DE RELATÓRIOS (AUTOR, 2021)	45
TABELA 4.7 – COMPARAÇÃO DAS TECNOLOGIAS AE E PEM (ADAPTADO DE (IRENA, 2018))	49
TABELA 4.8 - INPUTS DO MODELO LCOH (AUTOR, 2021)	50
TABELA 4.9 - FONTES DE VALIDAÇÃO DOS DADOS (AUTOR, 2021)	51
TABELA 4.10 - TARIFAS DE ACESSO À REDE (AUTOR, 2021)	51
TABELA 4.11 - AJUSTE HORAS DE PONTA, CHEIAS, VAZIO E SUPERVAZIO (AUTOR, 2021)	53
TABELA 4.12 - DADOS HIDROGÉNIO (AUTOR, 2021)	53
TABELA 4.13 - RESUMO DAS PRINCIPAIS FÓRMULAS UTILIZADAS NO MODELO LCOH (AUTOR, 2021)	57
TABELA 4.14 - DEFINIÇÃO DOS 3 INFLUENCIADORES NO LCOH (AUTOR, 2021)	59
TABELA 4.15 - IMPACTO NO LCOH COM VARIAÇÃO DAS POTÊNCIAS INSTALADAS (AUTOR, 2021)	59
TABELA 4.16 - CENÁRIOS PARA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE (AUTOR, 2021)	60
TABELA 4.17 - RESUMO DA VARIAÇÃO DE CUSTOS DE ENERGIA ELÉTRICA (AUTOR, 2021)	61
TABELA 4.18 - IMPACTO DO LCOH VARIANDO O CUSTO BASE DE ENERGIA SOLAR (AUTOR, 2021)	61
TABELA 4.19 - IMPACTO DO LCOH VARIANDO O CUSTO BASE DO PPA (AUTOR, 2021)	61
TABELA 4.20 - INFLUÊNCIA DO CUSTO BASE DAS ENERGIAS NO LCOH (AUTOR, 2021)	62
TABELA 4.21 - INFLUÊNCIA DOS CUSTOS BASE DAS ENERGIAS, COM REDUÇÃO DE 50% DAS TARIFAS E POTÊNCIAS (AUTOR, 2021)	63
TABELA 4.22 – HIPOTÉTICOS PREÇOS DE VENDA DE OXIGÉNIO (AUTOR, 2021)	65
TABELA 4.23 - VALORES DAS VARIÁVEIS PARA MINIMIZAÇÃO DO LCOH ATRAVÉS DA FERRAMENTA <i>SOLVER</i> (AUTOR, 2021)	67
TABELA 4.24 - VARIÁVEIS UTILIZADAS PARA MINIMIZAR O LCOH (AUTOR, 2021)	67
TABELA 4.25 - CRITÉRIOS DE VALIDAÇÃO DO PROJETO C (AUTOR, 2021)	69
TABELA 4.26 - INFLUÊNCIA DO PREÇO DOS UCOS NA APROVAÇÃO DOS CRITÉRIOS (AUTOR, 2021)	70
TABELA 4.27 - RESUMO DE APROVAÇÃO DO PROJETO (AUTOR, 2021)	70
TABELA 4.28 - INFLUÊNCIA DO CAPEX NA APROVAÇÃO DOS CRITÉRIOS (AUTOR, 2021)	71
TABELA 4.29 - RESUMO DA APROVAÇÃO DO PROJETO (AUTOR, 2021)	72
TABELA 4.30 - INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO PREÇO DO HIDROGÉNIO NA APROVAÇÃO DO PROJETO (AUTOR, 2021)	72
TABELA 4.31 - INFLUÊNCIA DO PREÇO DO HIDROGÉNIO NOS CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DO PROJETO (AUTOR, 2021)	73

Lista de Acrónimos

AE	<i>Alkaline Eletrolyser</i>
GEE	Gases com Efeito de Estufa
HHV	<i>Higher Heating Value</i>
HVO	<i>Hydrotreated Vegetable Oil</i>
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
LCOE	<i>Levelized Costo f Energy</i>
LCOH	<i>Levelized Cost of Hydrogen</i>
PBI	<i>Power BI</i>
PEM	<i>Polymer Eletrolyte Membrane</i>
PPA	<i>Power Purchasing Agreement</i>
RNGN	Rede Nacional de Gás Natural

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo passa por contextualizar o desafio proposto e definir os objetivos do projeto que foi desenvolvido numa empresa do setor energético, tendo em conta o estágio curricular do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial.

1.1. Contextualização

Existem várias fontes de energia, mas com o decorrer dos anos as emissões de carbono têm sido uma preocupação ambiental, económica, política e social.

A energia renovável pode sustentar cerca de dois terços da procura de energia a nível mundial (Gielen et al., 2019). Até 2050 estão impostos alguns limites à utilização de energias de origem fóssil que libertam gases com efeito de estufa (GEE) para o meio ambiente. Desta forma é possível afirmar que é estritamente necessário encontrar um caminho para impedir que a temperatura aumente +2°C. Uma vez que a energia é um fator essencial à vida, permanece importante alterar este rumo (Gielen et al., 2019).

Ao longo do tempo, esta transição de energia tem vindo a ser forçada a nível político, cada vez com maior intensidade. O setor energético é um setor que necessita de uma especial atenção para conseguir atingir algumas metas carbónicas. A transição de energia é um tema complexo e que deve atender a vários aspetos sociais, económicos e políticos. Para apoiar este tema complexo, é necessário moldar o mercado do setor energético fornecendo várias soluções e alternativas às energias convencionais, alterar os hábitos de consumo de energia e sobretudo consciencializar o próximo a cautelar o seu impacto ambiental (Papadis & Tsatsaronis, 2020).

Em Portugal, o setor da energia é o setor mais responsável pela emissão de GEE, representando cerca de 70% das emissões nacionais em 2019. Este setor engloba a produção e toda a indústria da energia, os transportes e ainda outros setores com pouco impacto de GEE. Os transportes representam cerca de 28% das emissões totais nacionais (APA, 2021), tendo um enorme peso no tema da transição energética e para isto há que consciencializar as comunidades e a população e insistir em novas formas de mover as pessoas e os serviços. Uma das dificuldades na transição energética e na mobilidade é a

cultura de um país e ou comunidade (Sovacool & Griffiths, 2020). Existem três grandes pilares para servir de catalisador no desafio da transição energética: (i) focar na análise de dados e tomar decisões políticas com formulação de leis para taxar os combustíveis fósseis; (ii) investigar e explorar novas formas de energias e por último (iii) fomentar programas e projetos de desenvolvimento de energia (Sovacool & Griffiths, 2020).

As empresas de produção de energia, enfrentam o grande desafio de abastecer uma procura crescente de energia com emissões cada vez mais baixas. Precisam de soluções inovadoras para ter sucesso, além de soluções individuais que se adaptem às suas estratégias de descarbonização.

A transição energética das empresas do setor energético passa pela análise da viabilidade de tecnologias inovadoras, pela sua eficiência energética e pela alteração dos seus modelos de negócio. Para além disso, o custo e a viabilidade económica são fatores chave na adoção de uma tecnologia com reduzidas emissões de GEE, bem como a regulamentação dessas inovações que tornam a tecnologia mais viável (Shojaeddini et al., 2019). Ainda assim, a cooperação entre entidades está a tornar-se mais atrativa do que competitiva, facilitando no acesso à tecnologia ou até financiamento.

A empresa integrada neste estudo é uma empresa que pertence ao setor energético, que produz e fornece vários tipos de energia e que se insere num mercado extremamente competitivo. Como tal, esta empresa reconhece as suas ameaças/desafios e para isso é necessário traçar um ou vários possíveis caminhos para a evolução do seu negócio.

Face a todo este panorama, foi necessário conhecer todos os projetos de transição energética da empresa, quais os objetivos de cada projeto e a sua flexibilidade para uma adaptação futura no mercado competitivo.

O objetivo deste estudo passa por contribuir para o desenvolvimento destes projetos, por contribuir para a sua gestão de conhecimento e para a avaliação da sua viabilidade.

1.2. Estágio: Motivação e Objetivos

Todo o estudo sobre energia foi, é e sempre será necessário para ser possível uma evolução sustentável o mais rápida possível. Aliando esta motivação ao estudo

apresentado neste documento, existe um interesse mútuo com um objetivo em comum, contribuir para uma vida sustentável, promovendo as gerações futuras.

A empresa em causa, e todas as outras organizações que pertencem ao ramo de operação de combustíveis fósseis e energia, enfrentam um grande desafio nacional, europeu e mundial. É necessário descarbonizar e encontrar soluções que no contexto nacional bem como para o mercado alvo da empresa, e de acordo com as necessidades, façam sentido.

Perante a situação pandémica vivida com o SARS-CoV-2, a maioria das empresas foram forçadas a mudar o seu modo de funcionamento, a forma como comunicavam e, essencialmente, a forma como interagiam no mercado. As pessoas e, neste contexto os consumidores, tornaram-se mais sensíveis e mais responsáveis no que diz respeito à preocupação com o ambiente e ao consumo mais sustentável (Severo et al., 2021).

Face a todo este contexto, a empresa em causa tem vindo a trabalhar em soluções de transição energética de forma a adaptar-se a um mercado cada vez mais competitivo e em forte crescimento com novas formas de energia. Desta forma, e com a discussão atual da União Europeia (UE), têm vindo a ser implementadas várias estratégias e várias regulamentações, com o objetivo de forçar ainda mais esta transição energética.

Este projeto focou-se então na contribuição para o desenvolvimento de projetos de transição energética, participando ativamente nos projetos e desenvolvendo mecanismos para facilitar a tomada de decisão.

1.3. Metodologia

Nesta secção serão apresentadas o conjunto de etapas necessárias para a realização deste documento, ou seja, todo o percurso necessário para chegar aos objetivos pretendidos.

Assim, numa primeira fase foi necessário acompanhar e entender de que forma os projetos de transição energética da empresa se integram como negócio, bem como identificar a perspetiva da empresa face aos projetos. Para além da revisão de literatura sobre as possibilidades de transição energética disponíveis e de todo o panorama atual sobre a descarbonização, foi também importante participar ativamente na empresa,

envolver os diversos intervenientes e perceber o impacto dos projetos no negócio da empresa. Analisando todos os projetos de transição energética foi necessário caracterizá-los da melhor forma para que fosse possível acrescentar valor aos mesmos.

Numa fase intermédia, através da participação ativa, foi necessário descrever o desafio, identificar necessidades para o desenvolvimento dos projetos e perceber de que forma se poderia acrescentar valor aos projetos de transição energética com recurso a documentos existentes na empresa e aos diversos intervenientes. Foi também possível obter alguma informação relevante com contacto a *outsourcing* subcontratada por parte da empresa.

Deu-se assim início à elaboração de relatórios de progressão com recurso a uma ferramenta de *business intelligence* (Power BI), ao desenvolvimento de modelos utilizando ferramentas de cálculo (Excel) e uma ferramenta de otimização (Solver) e por fim análise de rentabilidade.

Por último foi feita uma análise geral ao trabalho desenvolvido, os limites e constrangimentos e ainda propostas de trabalho futuro.

1.4. Estrutura do trabalho

O documento está dividido em 5 capítulos que em conjunto reforçam o estudo elaborado, sendo imprescindíveis para a sua realização. Seguidamente é explicado de forma sucinta cada secção do presente documento.

O primeiro e presente capítulo (Capítulo 1) representa todo o enquadramento e a sua contextualização, bem como os objetivos do trabalho.

No segundo capítulo (Capítulo 2) é apresentada a caracterização do desafio, a organização em causa, a sua estrutura e também os departamentos envolventes. É apresentado o departamento de inovação, o seu objetivo e ainda os projetos de transição energética. Neste capítulo, também se encontram os projetos acompanhados e os principais objetivos de cada um.

No terceiro capítulo (Capítulo 3) é apresentada toda a revisão de literatura, com uma abordagem detalhada nos respetivos temas. A revisão de literatura aborda todos os conceitos necessários à elaboração do documento.

O capítulo seguinte (Capítulo 4) está relacionado com o estudo desenvolvido, mais precisamente o desenvolvimento e atividade do investigador nos projetos de transição energética da empresa.

Por último (Capítulo 5), está apresentada a conclusão do projeto prático desenvolvido, as respetivas limitações e também propostas futuras.

2. O DESAFIO

Neste segundo capítulo é descrita a empresa em causa, a sua estrutura e também a sua posição estratégica. É apresentado o departamento, os seus projetos e objetivos, bem como a caracterização dos mesmos.

2.1. A organização

A empresa está localizada no distrito de Aveiro e pertence ao setor energético. Nasceu em 2006, sendo a maior produtora de biocombustíveis em Portugal e a terceira maior produtora europeia de biodiesel a partir de matérias-primas residuais. Para assegurar o escoamento desses biocombustíveis opera e abastece uma rede de mais de 250 estações de serviço de Norte a Sul de Portugal, nas quais oferece, para além dos combustíveis líquidos convencionais, carregamento para veículos elétricos e abastecimento de veículos a Gás (GPL Auto).

A empresa está subdividida em 7 outras empresas em Portugal e mais recentemente (em 2018) começou também a explorar o mercado espanhol. A lista de empresas é apresentada na tabela seguinte (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Principais Empresas do grupo (Autor, 2021)

PRIO SGPS S.A.	
Portugal	Espanha
PRIO Energy, S.A.	
PRIO BIO, S.A.	
FULLTANK, S.A.	
PRIO Supply, S.A.	PRIO MOVIBILIDAD S.L.
Prio.E Mobility Solutions	
PRIO GÁS LISBOA, S.A.	

Todas as empresas do grupo trabalham em conjunto para promover os diversos negócios da empresa. As áreas de negócio estão representadas na figura 2.1. Começando pela principal área de negócio, esta é responsável pela produção de biocombustíveis. A PRIO Bio é responsável por toda a fábrica de biocombustível da empresa. A PRIO Supply é responsável pela gestão e armazenamento dos biocombustíveis e combustíveis fósseis, que recebe por navio.



Figura 2.1 - Áreas de Negócio da empresa (Autor, 2021)

Esta empresa dedica-se também a toda a logística envolvente do Parque de tanques do grupo. A rede de posto pode ser dividida em 3 diferentes negócios: Company Owned Company Operated (COCO), Company Owned Dealer Operated (CODO), Dealer Owned Dealer Operated (DODO). COCO são todos os postos geridos e pertencentes à PRIO, internamente denominados de postos próprios. Os postos CODO, são postos pertencentes à empresa, mas operados por terceiros. Por último, os DODO são postos da exclusiva gestão e responsabilidade do dono (terceiro), mais conhecidos como “abandeirados”. Por fim, com menos impacto no volume total do negócio, estão as áreas do negócio do gás, dos

lubrificantes e da mobilidade elétrica (explorada pela Prio.E mobility solutions). A empresa FULLTANK exerce a função de comércio a retalho de combustível para veículos a motor em estabelecimentos especializados e a PRIO GÁS LISBOA exerce a atividade de prestação de serviços de armazenamento, transporte, distribuição e revenda de gás embalado em Portugal.

Apesar do projeto desenvolvido pelo investigador integrar grande parte das empresas do grupo e algum contacto com *outsourcing*, o foco essencial do mesmo foi alocado à PRIO Energy. Esta empresa é responsável pela maior parte dos serviços do grupo e é constituída por diversos departamentos. Na figura seguinte (Figura 2.2) é possível visualizar o organigrama da empresa.

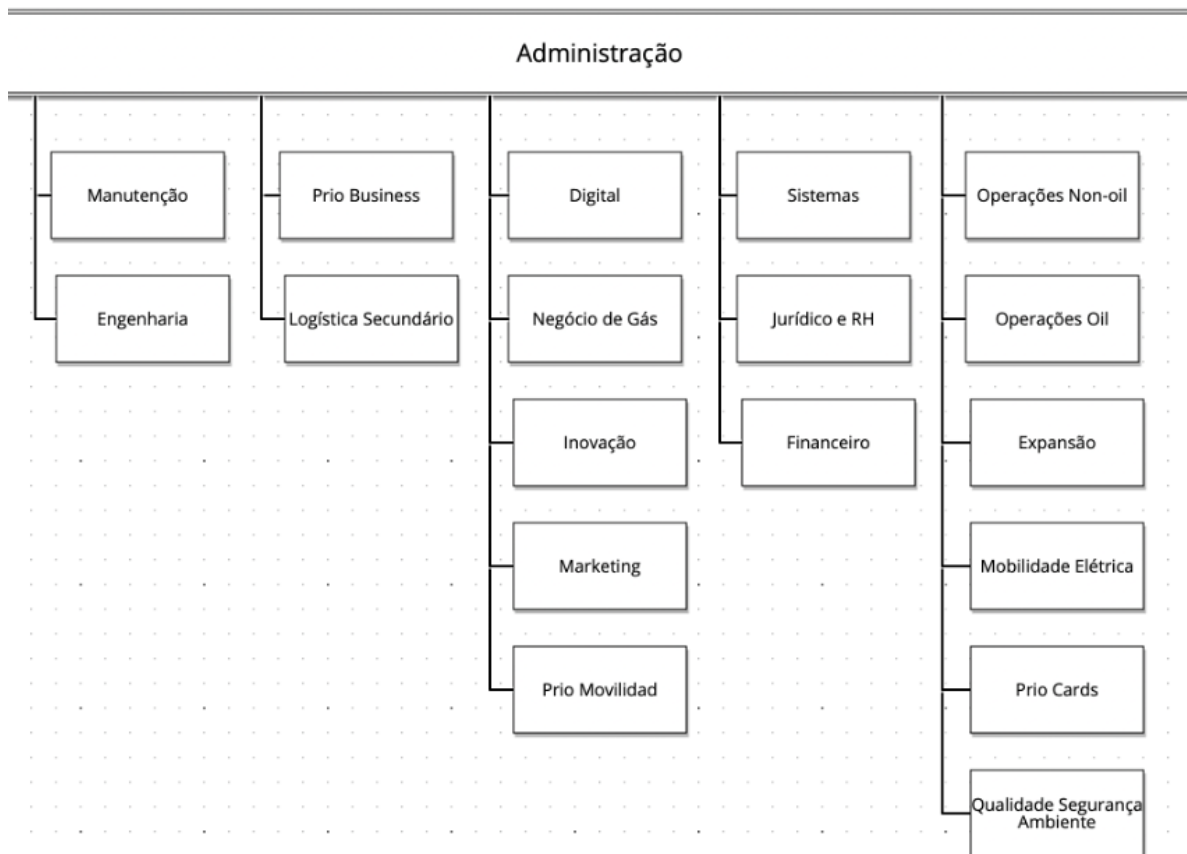


Figura 2.2 – Organigrama PRIO Energy (Autor, 2021)

A PRIO Energy é a empresa do grupo responsável por grande parte da gestão de negócio da PRIO. Esta empresa suporta toda a estrutura do negócio e funciona como uma empresa de consultoria interna, acima de tudo responsável por projetos a desenvolver.

Através da figura 2 podemos verificar que a sua estrutura é bastante horizontal e conta sempre com um conselho de administração. Cada ramo que se desmembra em diversos departamentos é responsabilidade da administração. É possível visualizar que o terceiro ramo é constituído por 5 áreas diferentes. Este ramo tem como principal objetivo desenvolver projetos relacionados com marketing e mercado digital, gestão de negócio do gás e também uma nova vertente responsável pelo mercado espanhol. A outra grande área é a inovação e aqui todos os projetos de investigação, desenvolvimento e inovação começam exatamente neste departamento. Este departamento é constituído por 5 elementos, um administrador, a diretora de inovação que controla e procura implementar a visão da administração para a área de ID&I, uma colaboradora responsável pela gestão de projetos e por fim dois estagiários cada um com funções diferentes, sendo que a estagiária estabelece a relação entre a empresa e a Associação de Bioenergia Avançada (ABA) (Figura 2.3).

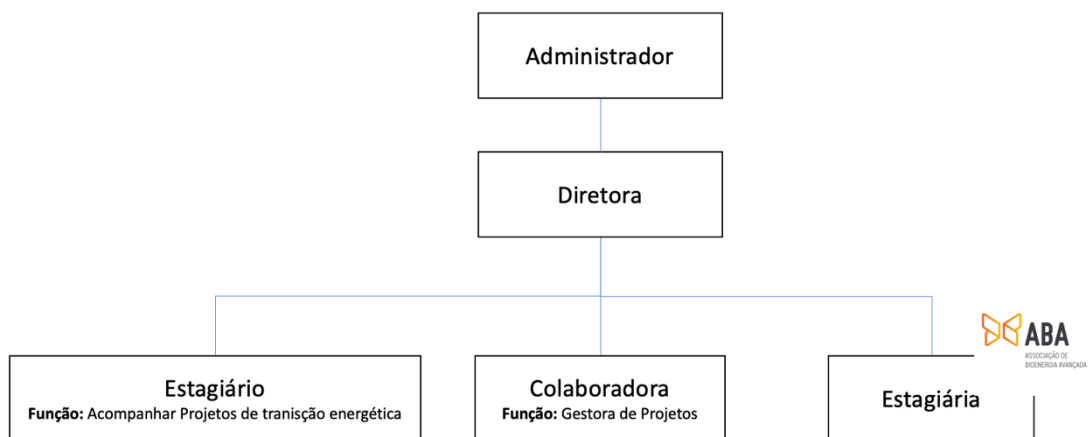


Figura 2.3 – Organograma departamento ID&I (Autor, 2021)

2.2. Transição Energética na Empresa

Como empresa do setor energético, é natural que este negócio não sobreviva apenas de energias inovadoras, foi necessário também entregar energias convencionais, mas com estratégias diferentes da concorrência.

No gráfico da figura 2.4 é possível visualizar o consumo de energia primária por fonte energética desde 2005 a 2017 em Portugal. O gráfico revela que em 2017, o consumo de petróleo e derivados correspondia a cerca de 40%.

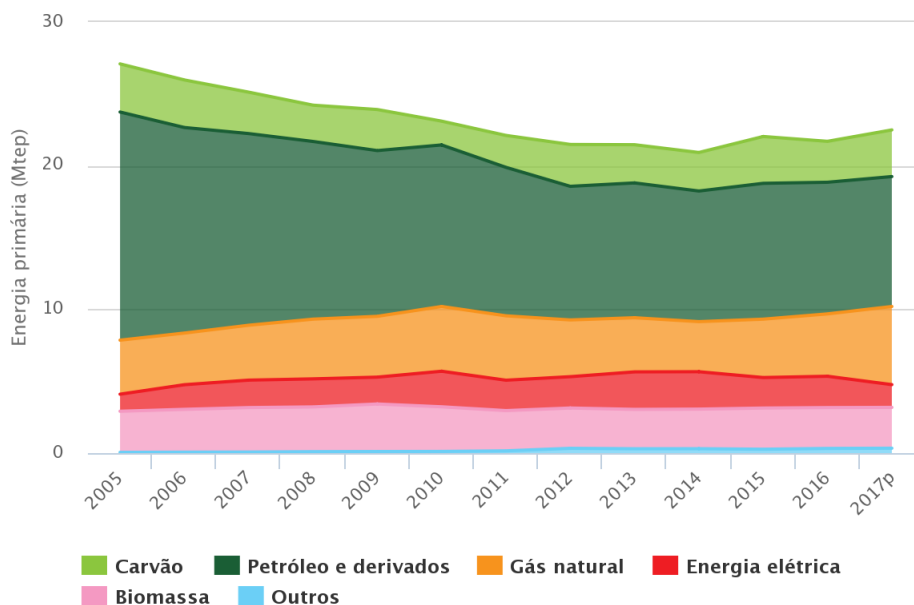


GRÁFICO INTERATIVO

Figura 2.4 – Consumo de Energia Primária em Portugal (DGEG, 2019)

Ano após ano, a quantidade de petróleo e derivados que é utilizada como energia primária é respetivamente superior face às outras fontes energéticas, sendo que esta percentagem tem vindo a diminuir. Por outro lado, o gás natural nos últimos anos tem vindo a ser mais relevante enquanto vetor energético.

O gráfico (Figura 2.4) representa ainda um decréscimo da utilização de energia de gases com efeitos de estufa que são o petróleo e os seus derivados. Agrupando este tema com o tema do aquecimento global que tem vindo a ser cada vez mais preocupante devido ao facto de o mundo enfrentar subidas da temperatura mundial, é realmente necessário descarbonizar começando pela utilização da energia.

A empresa, como comercializadora de combustíveis derivados do petróleo, inovadora e consistente no mercado, está sempre presente na transformação para novas formas de energia mais sustentáveis. Para isto, a empresa tem vindo a desenvolver estratégias para oferecer ao mercado soluções energéticas avançadas a curto prazo que

libertem menos GEE e também soluções energéticas a longo prazo com um teor de emissões relativamente baixo. Assim, o desenvolvimento de mecanismos, equipas e projetos na empresa são imprescindíveis.

Os biocombustíveis são as novas gerações dos combustíveis convencionais uma vez que fornecem a mesma quantidade de energia, mas o impacto para o ambiente destes biocombustíveis é inferior ao impacto das energias convencionais derivadas do petróleo. Nos dias que correm é possível garantir que a transição energética do setor passe por este caminho mas não é possível garantir a sua sustentabilidade pois para produzir este tipo de biocombustíveis é necessário matéria orgânica que não existe para entregar a grande escala (Estevez et al., 2019).

2.3. Departamento de Investigação, Desenvolvimento e Inovação

O departamento ao qual o investigador esteve alocado, tem como valor intrínseco a inovação. Neste departamento de Investigação, Desenvolvimento e Inovação (ID&I) a função mais presente é a gestão de projetos de ID&I transversais às empresas do grupo anteriormente apresentadas. Neste departamento o objetivo é procurar soluções para o negócio, funcionando como um apoio de investigação a grande parte da empresa. O departamento de ID&I segue, portanto, o seguinte macroprocesso (Figura 2.5) amplamente utilizado em todos os projetos.

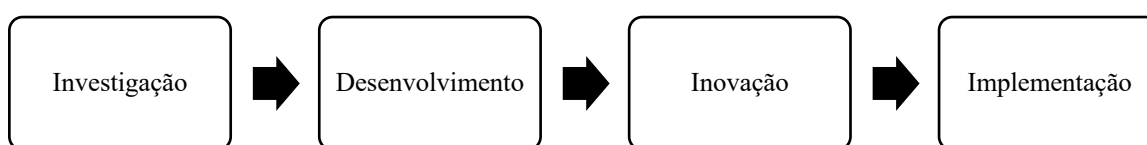


Figura 2.5 – Processo de ID&I (Autor, 2021)

Assim, o departamento encontrava-se focado em projetos de transição energética. A função do investigador no departamento foi orientada para o desenvolvimento de projetos

de transição energética nomeadamente na área dos biocombustíveis avançados e hidrogénio.

2.3.1. Soluções de transição energética

Desde 2013 que o foco da empresa tem sido a incorporação de quantidades crescentes de matérias-primas residuais no seu processo de produção de biodiesel. Começou com os óleos alimentares usados, tornando-se a terceira maior produtora europeia de biodiesel a partir deste resíduo. Nos últimos anos, a empresa tem investido noutros tipos de matérias-primas residuais, como resíduos florestais, urbanos e industriais. A reciclagem e posterior utilização destes tipos de matérias-primas para produção de biodiesel permite uma redução significativa do impacto ambiental associado à mobilidade, quer pela diminuição de uso de terra fértil para produção de biodiesel, quer pela redução das emissões de GEE para a atmosfera, resultante do processo de reciclagem. Depois de recolhidas e tratadas, as matérias-primas residuais são convertidas em biodiesel num processo de refinação na fábrica de biodiesel.

A empresa tem um compromisso na descarbonização e pretende dinamizar o mercado através da transformação para energias mais sustentáveis. Essa transição acontece com a produção e comercialização de biocombustíveis, sendo que podem assentar em vários pilares. A transição energética não se faz apenas de grandes mudanças. Na empresa existia uma estratégia definida por vários projetos, com o objetivo de fornecer soluções a curto prazo e também soluções a longo prazo. A tabela seguinte (Tabela 2.2) representa as soluções energéticas da empresa. O impacto ambiental apresentado tem por base os valores apresentados no relatório “Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context” elaborado pela JEC: JRC (the Joint Research Centre of the European Commission), EUCAR and Concaawe (Prussi et al., 2020).

Na tabela 2.2 os projetos a curto prazo representam soluções energéticas já implementadas (PI). Com a crescente alteração do mercado automóvel e todo o meio envolvente a empresa procura acompanhar esta transição desenvolvendo projetos complexos com o objetivo de implementar soluções com ainda mais baixas emissões no seu ciclo de vida. Assim, os projetos a longo prazo são projetos em desenvolvimento que

representam soluções energéticas a implementar com horizonte temporal para o ano de 2025-2030.

Tabela 2.2 - Soluções Energéticas da Empresa (Autor, 2021)

	Solução Energética	Objetivo	Impacto Ambiental	Horizonte Temporal
Projetos Curto Prazo	ECO Diesel	Fornecer uma alternativa ao diesel convencional; Otimização de consumos; Compatível com tecnologia existente;	Redução até 18% de CO ₂ eq	PI
	ZERO Diesel	Fornecer alternativa a veículos pesados; 100% de incorporação de biodiesel avançado; Compatível com tecnologia existente;	Redução até 84% de CO ₂ eq	PI
	ECO Bunkers	Fornecer uma alternativa para navios; Compatível com tecnologia existente;	Redução de 18% de CO ₂ eq	PI
Projetos Longo Prazo	Hidrogénio Verde	Fornecer um combustível 100% renovável, produzido a partir de energia renovável Altamente eficiente;	Redução até 95% de CO ₂ eq	2025-2030
	BioGNV	Fornecer uma alternativa para veículos a gás natural; Redução considerável de emissões;	Redução até 86% de CO ₂ eq	2025-2030
	BioGPL	Fornecer uma alternativa para veículos GPL Auto; Compatibilidade com infraestrutura logística do GPL;	Redução até 81% de CO ₂ eq	2025-2030

2.3.2. Projetos Acompanhados

Os projetos mencionados encontravam-se em diferentes fases de maturidade. Todos os projetos têm também a cooperação de diversos departamentos da organização. Para além desta cooperação, existe ainda outro tipo de apoio que é o *outsourcing*, quando é necessário algum conhecimento mais profundo para projetos mais complexos.

Assim, o investigador esteve alocado aos projetos que englobavam as soluções energéticas ECO Diesel e Hidrogénio. Através da participação ativa nos projetos, formação técnica recebida durante o estágio, nas reuniões dos projetos, e em eventos da especialidade foi possível adquirir conhecimento para acompanhar a evolução dos projetos e acrescentar valor efetivo aos mesmos.

2.3.2.1. Eco Diesel

O projeto ECO Diesel é um projeto em que o objetivo é fornecer uma alternativa ao diesel convencional. Sendo este um combustível, constituído por 15% de biocombustível avançado e os restantes 85% de diesel convencional, representa um valor ligeiramente superior ao diesel convencional que conta atualmente com uma incorporação de cerca de até 7% de biodiesel.

Este projeto, já implementado, encontrava-se numa fase de evolução de negócio. Para isso, o ECO Diesel era utilizado por clientes piloto, que tinham como função utilizar o combustível a fim de monitorizar os consumos e o seu impacto ambiental. Para além dos clientes piloto, este combustível já se encontrava disponível em mais de uma dezena de postos de combustível da rede da empresa

2.3.2.2. Hidrogénio

Em Portugal, para alcançar a neutralidade carbónica, foi elaborado um trajeto até 2050 (RNC2050) de forma a dar resposta ao desafio da transição energética (Agência Portuguesa do Ambiente, 2019). Neste âmbito, o governo publicou em agosto de 2020 a estratégia nacional para o hidrogénio como solução energética. Assim, o estado português em conjunto com a União Europeia, elaborou um concurso nacional e europeu a fim de contribuir para um novo mercado do hidrogénio. Desta forma, as empresas demonstravam o seu interesse em iniciar uma transição energética que envolva o hidrogénio. Este concurso tinha o nome de IPCEI (*Important Project of Common European Interest*), onde eram submetidos diferentes projetos (com estratégias diversas) sendo posteriormente selecionados aqueles que desencadeavam maior interesse nacional.

A empresa concorreu com dois projetos relacionados com o hidrogénio, que foram ambos considerados como tendo elevado potencial para integrar a candidatura nacional a IPCEI. Neste âmbito, a equipa de ID&I tem vindo a desenvolvê-los, sendo que as finalidades dos dois projetos são: injeção de hidrogénio na rede de gás natural (Projeto B) e a produção de diesel verde utilizando o hidrogénio como uma matéria-prima (Projeto C). Os projetos agrupam diversos parceiros estratégicos. Na figura 2.6 e 2.7 estão representados os esquemas dos projetos. Os projetos em causa tinham obrigatoriamente como fonte de energia primária uma fonte de energia renovável.

A eletrólise da água é um processo de obtenção de hidrogénio utilizado um pouco por todo o mundo, representando uma das soluções mais importantes e desenvolvidas para a produção de hidrogénio (Kato et al., 2005).

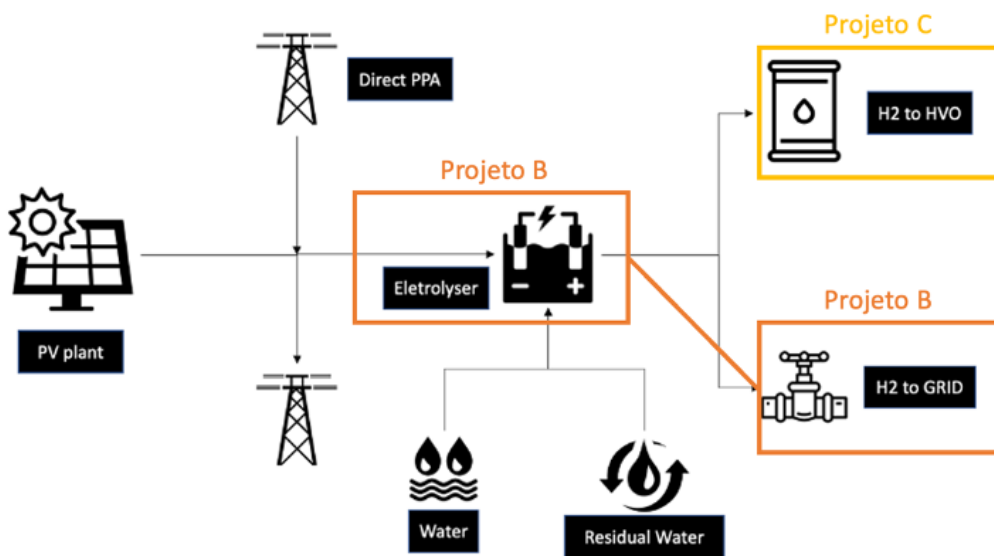


Figura 2.6 – Esquema de projetos de hidrogénio (Autor, 2021)

O processo de eletrólise da água consiste na separação da água, obtendo hidrogénio e oxigénio utilizando energia elétrica. Assim, tornou-se relevante compreender as tecnologias de eletrólise mais utilizadas, como é o caso da utilização da tecnologia PEM (*Polymer Electrolyte Membrane*) e da tecnologia AE (*Alkaline Eletrolysis*) que constituíram as tecnologias disponíveis até ao momento.

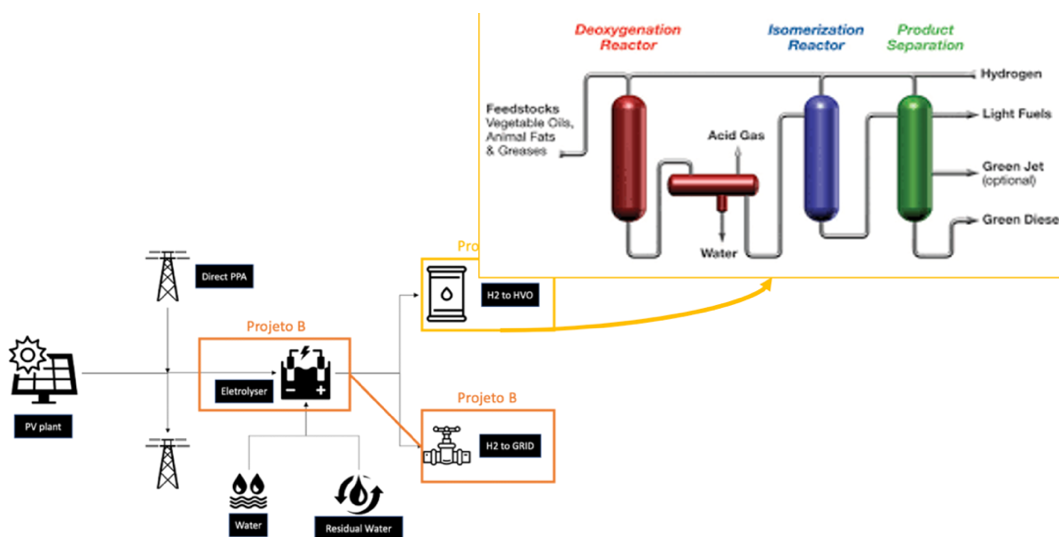


Figura 2.7 - Esquema ampliado Projeto C (Autor, 2021)

2.3.2.2.1. Injeção de hidrogénio na rede nacional de gás natural

O projeto de injeção de hidrogénio na rede de gás natural é um projeto em consórcio com várias entidades. A empresa, juntamente com o consórcio, estava empenhada em contribuir para a transição energética, rumo a uma economia neutra em carbono, baseada em fontes de energia renovável, com foco na eficiência energética e nos benefícios para o consumidor de energia. As empresas do consórcio pretendiam implementar uma central de produção de hidrogénio verde, apoiada por um parque fotovoltaico para produção de eletricidade renovável para posteriormente entrar no processo de eletrólise da água. Em relação a este último recurso, e de forma a promover a utilização sustentável dos recursos hídricos, o consórcio pretendia também potenciar a reutilização de águas residuais tratadas, provenientes das ETAR, no processo de eletrólise. Pretendia-se que o hidrogénio verde produzido fosse injetado na rede nacional de gás natural, promovendo a descarbonização da economia e a transição energética.

Os objetivos do projeto de injeção de hidrogénio na rede nacional de gás natural estão descritos na tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Principais Objetivos do Projeto B (Autor, 2021)

Objetivos	Descrição
Produção de Hidrogénio Verde	A partir da eletrólise da água, com base em geração de energia solar e utilização de ApR – Águas para Reutilização. Para injeção na rede nacional de gás natural
Valorização do oxigénio	Estudar o reaproveitamento e valorização do oxigénio obtido através do processo de eletrólise para aproveitamento de águas residuais na ETAR.

Assim, o projeto pretende ser parte integrante das seguintes cadeias de valor dentro da economia do hidrogénio descritas na tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Principais Indicadores do Projeto B (Autor, 2021)

Indicador	Descrição
Produção de energia renovável	Através de uma central fotovoltaica dedicada
Produção de Hidrogénio Verde	Com recurso a energia elétrica de fonte solar e renovável e a eletrólise da água
Armazenamento	Solução de aproveitamento eficiente ao longo de todo o ano da eletricidade renovável produzida pelo parque fotovoltaico
Participação no Laboratório colaborativo	Partilha de experiências, aprendizagens e focado na investigação e desenvolvimento de novas indústrias e serviços que permitam, por exemplo, o uso de ApR – Águas para Reutilização à saída da ETAR como matéria prima preferencial para a eletrolise do hidrogénio e a utilização do oxigénio (coproduto da eletrólise da água) no tratamento das mesmas.

2.3.2.2.2. Produção de *diesel* verde

O projeto de produção de *diesel* verde é um projeto que engloba várias empresas, com diferentes objetivos individuais, mas com a finalidade de contribuir ativamente para a transição energética no setor de transporte rodoviário, promovendo uma cadeia de valor que inclui energia solar, hidrogénio e combustíveis sustentáveis (HVO)(Lorenzi et al., 2020).

O propósito deste projeto é a construção de uma central de produção de energia verde compreendida em três vertentes (tabela 2.5).

Tabela 2.5 - Objetivos do Projeto C (Autor, 2021)

Vertente	Objetivo
Central Fotovoltaica	Geração de eletricidade renovável
Central de H ₂	Produção de H ₂ verde
Central de HVO	Produção de Diesel Verde

O projeto será desenvolvido dentro da seguinte cadeia de valor da economia do hidrogénio (Figura 2.8).

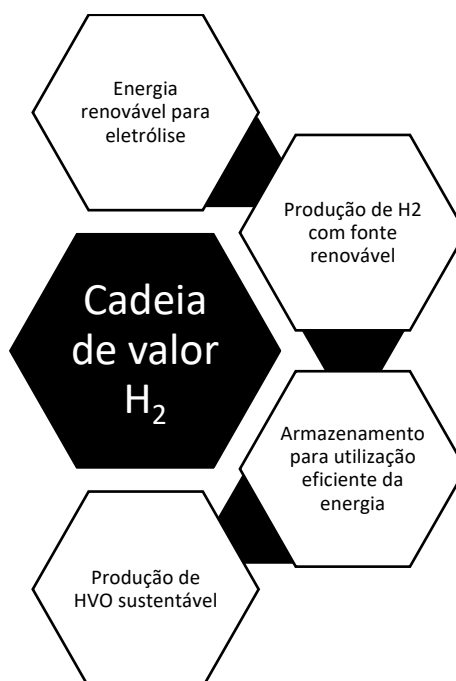


Figura 2.8 - Cadeia de Valor inserida no projeto (Autor, 2021)

O processo de produção de diesel verde (HVO) utiliza energia renovável, hidrogénio verde e óleos alimentares usados como matéria-prima para a síntese de combustível HVO

sustentável. Este processo divide-se em 3 fases (Moreno Fernández-Villamil & Hurtado De Mendoza Paniagua, 2018):

1ª Fase – Desoxigenação – o hidrogénio é utilizado para quebrar os triglicéridos e eliminar as moléculas de oxigénio a altas temperaturas e pressões.

2ª Fase –Isomerização– é uma fase essencial a fim de obter um produto de alta qualidade, sendo que nesta fase existe uma perda parcial do produto diesel devido à fissuração.

3ª Fase – Separação – por último, é necessária uma coluna estabilizadora final para separar os hidrocarbonetos mais leves dos mais pesados, resultando em quatro produtos possíveis: GPL e nafta, combustível para aviação (Jet Fuel) e *diesel* verde como produtos principais.

Este processo permite ainda variar as quantidades de nafta verde e combustível de aviação que são obtidas, dependendo da procura do mercado e da respetiva necessidade. O processo descrito está refletido na figura 2.9.

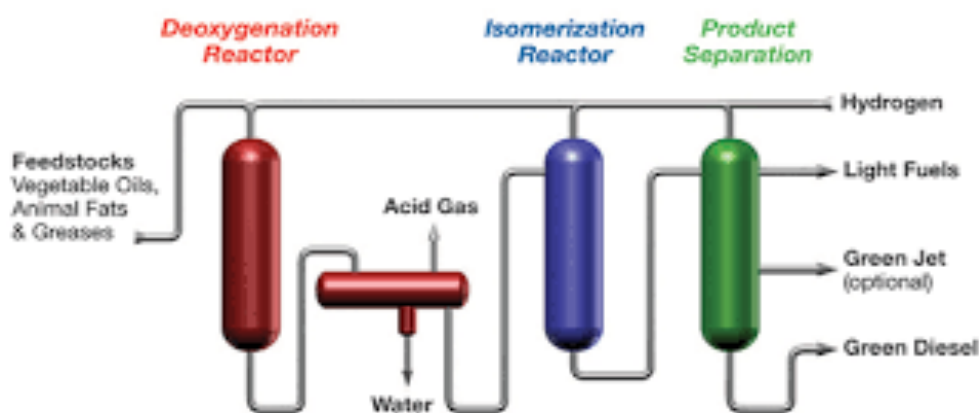


Figura 2.9 - Processo de Produção de HVO (Moreno Fernández-Villamil & Hurtado De Mendoza Paniagua, 2018)

A combinação da produção e do consumo de hidrogénio verde, com a produção de um combustível renovável com potencial para substituir o gasóleo convencional, constitui um fator para o desenvolvimento eficaz da cadeia de valor do hidrogénio em Portugal e na Europa. Trata-se de um projeto em que a complementaridade entre oferta e procura está

assegurada, sendo que todo o hidrogénio produzido será utilizado na produção de HVO. De forma a contribuir para a descarbonização, os principais objetivos deste projeto são:

- (1) Contribuir para a Estratégia Nacional do Hidrogénio, com um projeto que alia a economia circular à produção de hidrogénio verde.
- (2) Promover a utilização do hidrogénio verde na descarbonização dos transportes, através da produção do HVO, substituto direto do gasóleo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo descreve os principais temas estudados para a implementação do caso prático. Assim, inicialmente são apresentados conceitos como ID&I, a função desta atividade nas empresas e principalmente no setor energético. A secção seguinte apresenta o impacto ambiental e energético a nível mundial e ainda o funcionamento do sistema energético. As duas secções seguintes apresentam respetivamente os biocombustíveis e o hidrogénio como alternativas energéticas com emissões de GEE mais reduzidas.

3.1. Investigação, Desenvolvimento e Inovação nas Empresas

A investigação, desenvolvimento e inovação (ID&I) tem revelado o seu potencial um pouco por todo o mundo. ID&I é uma área intrínseca à maioria das organizações e tem como objetivo a pesquisa por conteúdos relativos à ciência, à tecnologia e ao desenvolvimento de novos produtos e mercados. A investigação e desenvolvimento (I&D) forçam a criação e utilização de ativos intangíveis como o conhecimento, tornando-se o espectro para a gestão dessas atividades. Por sua vez, o problema que se coloca é a dificuldade de medir e gerir o conhecimento por ser temporário e focalizado em determinada área de estudo. Tudo isto junto com a prática, experimentação e criatividade pode tornar-se uma atividade controversa de gestão e controlo de soluções e estratégia organizacional (Salguero et al., 2015).

De forma a medir o impacto de ID&I muitas empresas utilizam uma matriz denominada *Balanced ScoreCard* (BSC), que segue uma lógica de avaliar a área financeira, o cliente e os processos da empresa. Este sistema tem o objetivo de medir o desempenho e foca-se principalmente na eficiência do processo, embora a eficiência de investigação e desenvolvimento seja tão importante como os processos. Uma das razões óbvias para esta abordagem é que a relação entre a metodologia utilizada e o resultado alcançado é muito mais fraca e incerta no caso de investigação e desenvolvimento do que nos processos de produção (Gtk, 2014).

Com o aumento da competitividade, a variação dos preços e dos volumes existentes no mercado podem não ser indicadores suficientes da vantagem estratégica a longo prazo.

Uma das formas de obter vantagens competitivas é encontrar novas formas de criação de valor agregado com base no desenvolvimento tecnológico. As empresas que desejam ter sucesso num determinado mercado precisam de desenvolver novos métodos de gestão, tendo em conta a identificação de tecnologias críticas (Ferraris et al., 2019).

A parceria entre empresas no contexto de I&D é uma ligação que se tem vindo a construir ao longo dos últimos anos, sendo que cada vez mais as empresas procuram novas parcerias e formas de cooperar para atingir um melhor posicionamento no mercado. Por outro lado, estas parcerias podem influenciar a situação estratégica dos parceiros, afetando o âmbito da própria parceria, quando são caracterizados pelo mesmo nível de competitividade. Em particular, quando os parceiros são caracterizados por um desempenho de mercado elevado, ambos aplicam a investigação e o desenvolvimento de forma a conseguir gerar valor de uma forma simbiótica. Ambos os parceiros podem ter a mesma legitimidade e capacidades de mercado, portanto, fornecer competências distintas ao parceiro não é feito como a forma de troca, mas serve para reduzir os riscos e incertezas associados às atividades económicas de e para ambas as partes (Messeni Petruzzelli, 2019).

3.1.1. ID&I no Setor Energético

A relação entre o nível de investimentos nacionais em I&D em energia e mudanças na trajetória do sistema energético dos países em geral é complexa. Neste contexto, aprender “praticando” é um elemento importante de implantação, sendo que por vezes é mal compreendido. Sagar e van der Zwaan (2006) referiu que a relação entre os investimentos públicos de I&D e a respetiva implementação devem ser trabalhados em conjunto para expandir o portfólio de soluções e perceber o potencial de novas tecnologias de energia. A primeira conclusão que podemos tirar do autor é que não existe uma relação direta entre a quantidade de investimentos públicos em I&D que um país está disposto a pagar e a potencial melhoria do sistema energético. O resultado desses investimentos deve refletir-se em termos de redução de energia ou intensidade de carbono da economia respetiva (nacional ou mundial). Ainda assim, por mais incerto que seja o retorno do investimento em investigação e desenvolvimento, há poucas dúvidas de que os orçamentos públicos deveriam ser aumentados, de forma a abordar seriamente os

problemas globais, como as mudanças climáticas. A razão principal é que os esforços de I&D têm sido a base para as mudanças históricas na produção e conversão de energia e irão fundamentar as mudanças tecnológicas que são necessárias para um sistema de energia sustentável (Sagar & van der Zwaan, 2006).

A I&D no setor energético pode ser importante para o crescimento económico (Wong et al., 2013) e dados os aspetos dos bens públicos, o papel do governo permanecerá crucial e fundamental. É necessário identificar as barreiras existentes no mercado que impedem a implementação de novas tecnologias e, em seguida, executar uma implementação inicial do projeto com o objetivo de poder vir a superar essas mesmas barreiras para que haja sucesso de inovação energética. Desta forma, é necessário unir esforços para maximizar a inovação energética, partindo do desenvolvimento de recursos financeiros disponíveis quer a nível nacional, quer a nível mundial (Sagar & van der Zwaan, 2006).

3.1.2. *Big data* como ferramenta para ID&I

Existem várias definições de *Big data*, sendo que a definição geral da mesma diz respeito à recolha, processamento, análise e visualização associados a um conjunto de dados muito grandes (Emmanuel & Stanier, 2016). Este tema é um conceito inovador, obrigando as organizações a dar uma nova importância aos seus dados e utilizando-os para tomar decisões estratégicas. Para manter a vantagem competitiva, as organizações devem concentrar-se na visão estratégica e avaliar continuamente a possibilidade de novos ramos de negócios. As decisões de negócios devem envolver considerações estatísticas em torno das informações contidas nos dados, bem como considerações económicas. As atividades de I&D devem estar cientes do tema e devem ser incentivadas a moldar a sua atividade de *Big Data* para apoiar a inovação empresarial (Gopalkrishnan et al., 2012).

3.2. A problemática ambiental e energética

Em 2015, o acordo de Paris delineou o próximo passo a nível mundial para o aquecimento global. Pela primeira vez na história, os países desenvolvidos e em desenvolvimento uniram esforços no tema do aquecimento global devido aos gases de

efeito de estufa. Este movimento deve-se ao trabalho e à união das nações com o objetivo de em 2020 se iniciar uma transição energética mundial para conseguir conter o aquecimento global.

3.2.1. Gases com efeito de estufa (GEE)

Nos últimos 30 anos as concentrações de gases com efeito de estufa têm vindo a aumentar e torna-se importante refletir sobre este tópico. Segundo as (United Nations, 2020), no relatório de emissões globais em 2020, “O mundo ainda está a caminho de um aumento de temperatura superior a 3°C neste século - muito além das metas do Acordo de Paris de limitar o aquecimento global a bem abaixo de 2°C”. No gráfico seguinte (Figura 3.1) é possível verificar as emissões de gases com efeito de estufa, bem como a comparação entre os mesmos.

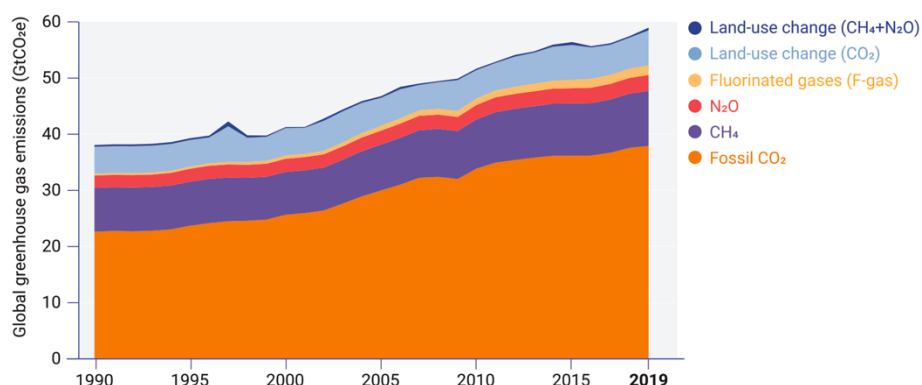


Figura 3.1 – Gases com efeito de estufa e respetivas emissões (United Nations, 2020)

De notar que o CO₂ fóssil (a partir da combustão) é a principal fonte, seguido de CH₄ (cujas principais fontes são a produção de carne (gado bovino), produção e uso de gás natural e aterros (resíduos)).

Seguidamente é possível também verificar a evolução da concentração dos GEE nos últimos 30 anos por cada setor a nível mundial. Observando o gráfico (Figura 3.2) é realmente importante salientar que as GEE têm evoluído bastante ao longo dos últimos anos.

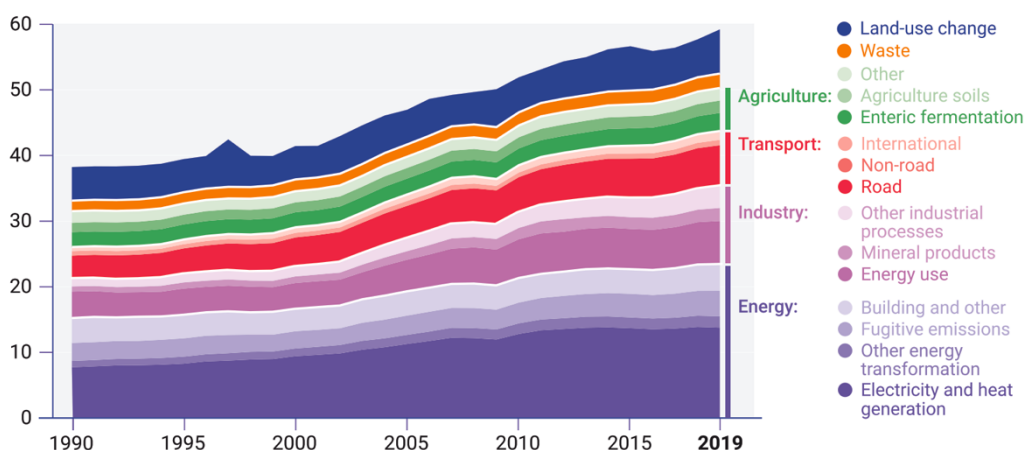


Figura 3.2 – Emissões de GEE por setor (United Nations, 2020)

Tendo em conta toda a situação pandémica que foi declarada em 2020, observamos um primeiro passo para a redução de CO₂ em grande escala. Isto deve-se ao facto da resposta dos países para travar a situação, sendo que “essas medidas tiveram efeitos sem precedentes em muitos aspetos da economia global e, conseqüentemente, nas emissões. A maioria dos estudos enfatizou mudanças no uso de energia e emissões de CO₂”. É possível verificar o impacto das medidas face a 2019 na figura seguinte (Figura 3.3).

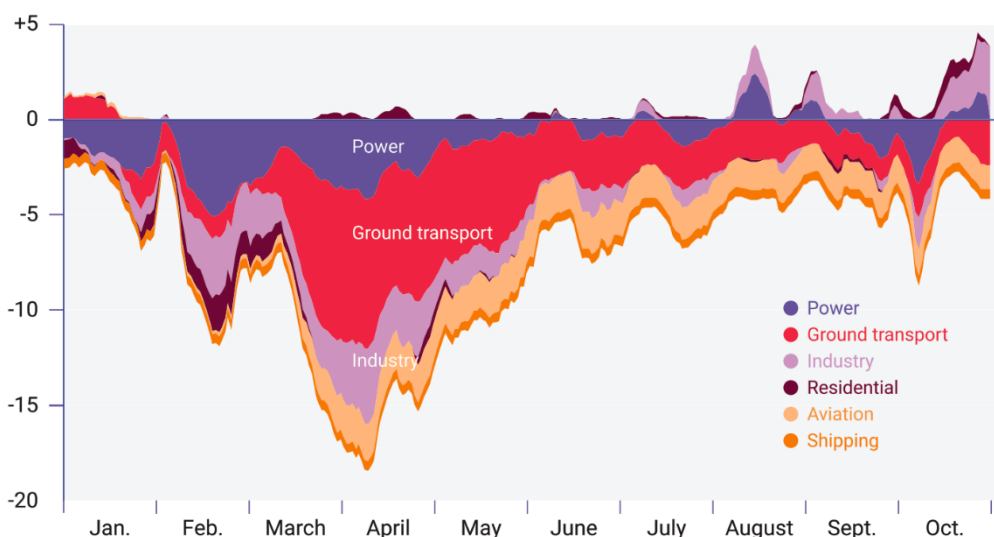


Figura 3.3 – Redução de GEE em 2020 (face a 2019) devido à COVID-19 (United Nations, 2020)

Partindo da proteção ambiental, a energia a nível global tem vindo a ser desenvolvida de forma a arranjar alternativas para o desafio das GEE apresentadas. A proporção da

utilização de energia convencional tem diminuído face à utilização de energias renováveis. O setor energético neste contexto está a dar os primeiros passos para a transição energética, havendo ainda muito trabalho pela frente e sendo ainda desconhecido para algumas indústrias do setor. A Energia Renovável é a melhor opção para o setor energético sendo que é uma forma de transição energética difícil de alcançar. Contudo, segundo Lu et al (2019) , é possível afirmar que o investimento por parte da atividade do setor energético é principalmente focado na energia solar, geotérmica, eólica e bioenergia.

3.2.2. Sistema Energético

É relevante entender o sistema energético como um todo e principalmente desagregar a procura de energia em termos dos serviços finais. As maiores poupanças de energia podem ser alcançadas nos sistemas passivos (ex: edifícios com melhor desempenho, veículos mais leves), tanto em quantidade absoluta como em percentagem da procura total de energia. No gráfico seguinte (Figura 3.4) é possível visualizar a transformação da energia até à sua utilização final.

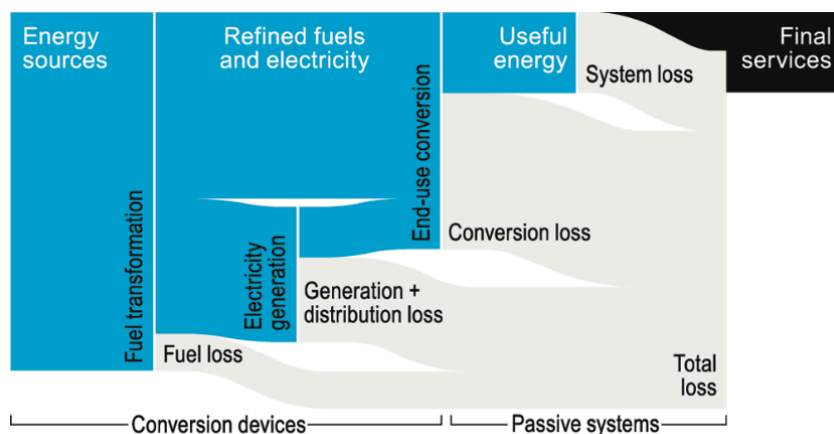


Figura 3.4 – Perdas de energia (Cullen & Allwood, 2010)

Os sistemas passivos de transporte já são mais eficientes do que os edifícios (a perda evitável é em média de 68%) porque a necessidade de transportar combustível cria um driver natural para reduzir a resistência ao atrito e ao peso do veículo. Os carros também são menos otimizados devido à diversidade de modelos e à necessidade de comprometer

a eficiência para satisfazer o elemento de moda do design do carro. A indústria já é o setor mais eficiente, portanto esta redução pode ser uma estimativa conservadora de possíveis economias nos setores dos transportes (Cullen et al., 2011).

O sistema energético mundial utiliza várias fontes de energias primárias, que maioritariamente são fósseis. A utilização desta energia primária é convertida a partir de diferentes formas (bastantes conversões tecnológicas) sendo que a utilização à posteriori pode ser segmentada em poucas categorias (Cullen & Allwood, 2010). Na figura 3.5 está representado o gráfico do fluxo de energia desde a energia primária, à sua transformação até à sua utilização final.

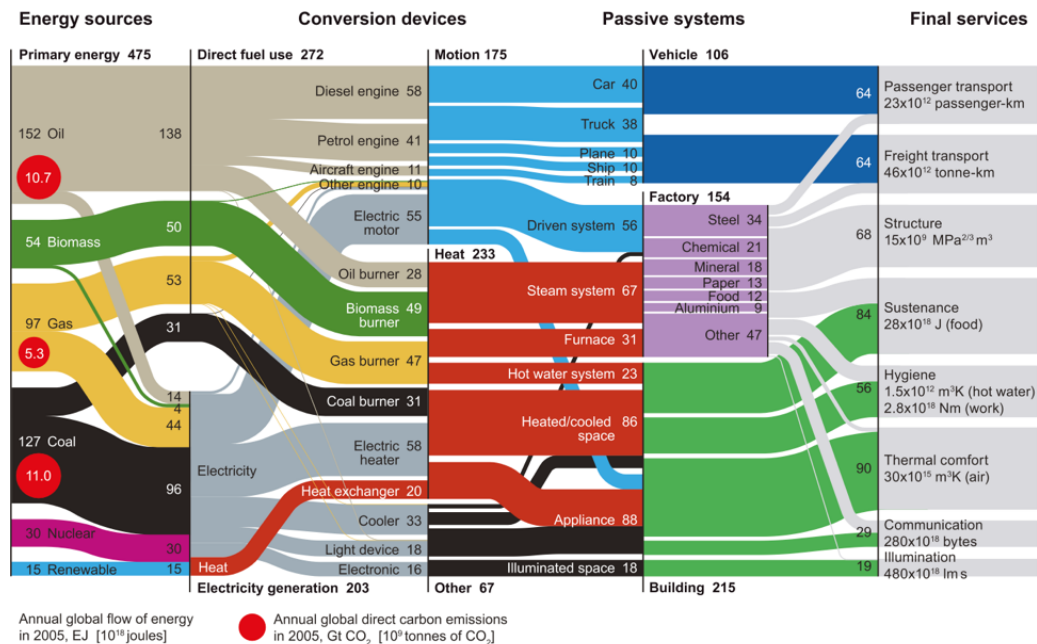


Figura 3.5 – Fluxo de energia até à sua utilização final (Cullen & Allwood, 2010)

3.2.3. Transição Energética

É possível dividir a transição energética do setor energético em 3 tipos (Lu et al., 2019):

- 1 – O negócio do petróleo transformar-se em negócio de gás natural;
- 2 – Redução das emissões de carbono na produção e na operação;
- 3 – Desenvolvimento e utilização de energia renovável;

Alguns indicadores apontam para uma transição energética em crescimento exponencial que pode afetar em larga escala a curva da oferta e da procura de energia nos próximos anos. De notar que existe uma rápida inovação a nível mundial para facilitar a transição contínua por meio de custos decrescentes de tecnologias renováveis. Juntamente com as imposições políticas, a inovação favorece a transição energética. O progresso da tecnologia solar e eólica é um excelente exemplo de que o futuro pode ser guiado para uma determinada direção, sendo que a participação das energias renováveis pode crescer de 15% em 2015 para 63% do total de energia primária em 2050 (Gielen et al., 2019). A figura (Figura 3.6) seguinte representa a distribuição da capacidade de produção de energia renovável a nível mundial.

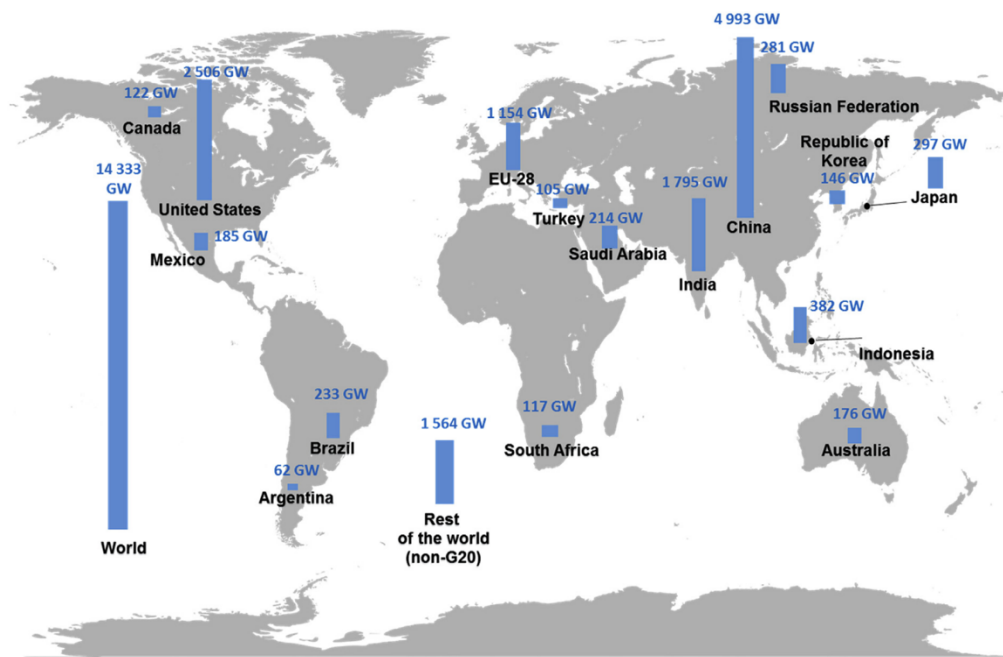


Figura 3.6 – Capacidade de gerar energia renovável a nível mundial (Gielen et al., 2019)

O crescimento de energias renováveis em combinação com maior eficiência energética pode fornecer 94% da redução de emissões necessária para permanecer dentro dos limites do Acordo de Paris sobre o Clima (Gielen et al., 2019).

A inovação tecnológica deve ser combinada com novos projetos de mercado e novos modelos de negócio baseados nas novas características da tecnologia. A utilização de

eletricidade como energia final irá duplicar para um nível de 40% a 50%, devido à sua alta eficiência (Gielen et al., 2019). Por outro lado, o consumo de hidrogénio deve aumentar substancialmente na utilização final da energia em edifícios, indústria e transporte. Uma parte significativa do desafio do transporte e da indústria é amplamente ignorada no atual debate internacional. Existe ainda uma incerteza quanto às soluções que prevalecerão. O potencial desta transição energética ainda não é totalmente visto como vantajoso por muitos decisores e analistas, mas é fundamental para o cumprimento de muitas das metas de desenvolvimento sustentável e oferece uma perspetiva de crescimento social e político, permitindo também um crescimento económico relevante e a criação de novos empregos (Gielen et al., 2019).

3.3. Biocombustíveis

Uma vez que é necessário descarbonizar um dos setores com maior impacto nos GEE (respetivamente o setor dos transportes) torna-se indispensável encontrar soluções e alternativas mais sustentáveis aos combustíveis convencionais. Esta transição de energia para gerar mobilidade, ou seja, a substituição destes combustíveis convencionais provoca uma grande investigação sobre possíveis alternativas. Para isto, as principais alternativas para além da utilização de motores elétricos, passam por encontrar combustíveis semelhantes ao diesel, mas com origem renovável e com um ciclo de vida sustentável. Neste contexto surgem os biocombustíveis, bem como outros derivados, como uma alternativa e um primeiro passo para a descarbonização, pois permitem usar a frota e as infraestrutura existentes. Por outro lado “a substituição completa dos combustíveis derivados do petróleo por biocombustíveis é praticamente impossível considerando um curto ou médio prazo, do ponto de vista da impossibilidade de produzir a matéria-prima, não só devido a dificuldades económicas e aos preços elevados dos óleos vegetais, mas também devido à escassez de terras agrícolas adequadas para o efeito” (Estevez et al., 2019, p. 14).

3.3.1. Biodiesel

Segundo Hoekman et al, (2012) “o biodiesel é um combustível de transporte renovável que consiste em *fatty acid methyl esters* (FAME), geralmente produzidos por transesterificação” (processo de reação química entre um éster e um álcool, resultando num novo éster e num novo álcool) “de óleos vegetais e gorduras animais” (Hoekman et al., 2012, p. 143). Os recursos fósseis diminuem de dia para dia e com o crescente caminho para a descarbonização é necessário encontrar um ponto de transição. O biodiesel surge como uma alternativa para os motores a combustão, apresentando algumas vantagens nos gases libertados para a atmosfera. No entanto, torna-se mais viável a utilização deste combustível face à utilização de diesel convencional, exigindo uma menor procura de petróleo. O biodiesel pode ainda ser incorporado no diesel transmitindo assim uma percentagem de petróleo mais reduzida e dessa forma contribuir para um caminho mais sustentável (Demirbas, 2009).

3.3.2. Diesel Verde

O diesel verde é um combustível renovável composto por hidrocarbonetos, obtido através do hidrotreatamento de óleos, sendo uma tecnologia muito interessante e economicamente viável (Estevez et al., 2019). Representa uma solução energética com potencial para descarbonizar o setor dos transportes.



3.4. Hidrogénio

O hidrogénio é um elemento químico existente no estado gasoso que é conhecido e debatido há vários anos um pouco por todo o mundo. Existem bastantes estudos e opiniões sobre o hidrogénio e sobre como poderá ser uma alternativa aos combustíveis convencionais, criando assim uma economia do hidrogénio (Bockris, 2013). Segundo (Edwards et al., 2007) o hidrogénio é um combustível alternativo bastante atraente, no entanto, ao contrário do carvão e do petróleo, o hidrogénio não é uma fonte de energia primária. O hidrogénio é produzido utilizando energia de outra fonte e, em seguida, transportado para uso futuro, onde a sua energia química latente pode ser totalmente libertada. O hidrogénio pode ser obtido a partir de diversos recursos, tanto renováveis

como não renováveis (Edwards et al., 2007; Holladay et al., 2009). Pode ser classificado em cinzento, azul e verde, tendo em conta a sua produção (Tabela 3.1).

O hidrogénio considerado verde é o hidrogénio obtido exclusivamente a partir de energias renováveis, sendo que a produção deste hidrogénio tem um custo elevado, representando o processo com custo mais elevado de obtenção de hidrogénio. Este hidrogénio verde apresenta ainda o menor impacto ambiental, garantindo uma energia com emissões de GEE quase nulas. Desta forma, o hidrogénio azul é obtido através de energias convencionais, mas garantindo a captura do carbono. É um processo com um custo mais baixo do que o hidrogénio verde, representando um impacto ambiental ligeiramente superior ao hidrogénio verde. Por último o hidrogénio cinzento é o hidrogénio obtido através de energias convencionais, sem captura de carbono e com um impacto ambiental significativo. Ainda assim, o hidrogénio cinzento é o hidrogénio que revela o custo de produção mais baixo e também o que é mais economicamente viável.

Tabela 3.1 – Classificação dos Tipos de Hidrogénio (Autor, 2021)

Hidrogénio		
Cinzento "Grey"	Azul "Blue"	Verde "Green"
€	€€€	€€€€
-		
Proveniente de energias convencionais, sem captura de carbono	Proveniente de energias convencionais, com captura de carbono	Proveniente de Eletrólise a partir de energia renovável

Nem a utilização de hidrogénio como vetor energético, nem a visão de uma economia do hidrogénio são novidades. Até à década de 1960, o hidrogénio era usado em muitos países na forma de gás municipal para iluminação pública e também para o fornecimento

de energia doméstica e a ideia de um sistema de energia à base de hidrogénio já foi formulada na sequência das crises do petróleo na década de 1970 (Ball & Wietschel, 2009).

O hidrogénio oferece uma panóplia de benefícios como elemento de energia limpa. Pode ser utilizado em diferentes aplicações, mas um dos setores que vai desempenhar um papel fulcral na introdução de hidrogénio é o setor de transportes, devido às células de combustível conseguirem aproveitar ao máximo as altas eficiências de conversão em comparação com o motor de combustão interna. O hidrogénio oferece uma gama de benefícios como transportador de energia limpa, que estão a receber cada vez mais atenção como prioridades políticas. A criação de um grande mercado para o hidrogénio como vetor energético oferece soluções eficazes tanto para o controlo de emissões quanto para a segurança do fornecimento de energia. O hidrogénio é livre de emissões na utilização final, evitando as emissões emitidas pelo transporte de CO₂ e de poluentes atmosféricos (Ball & Wietschel, 2009).

Atualmente existem diversas tecnologias relacionadas com a produção de hidrogénio, contudo uma das que suscita maior interesse é a eletrólise, precisamente por ser uma tecnologia emergente no mercado e por trazer muitos benefícios. Esta tecnologia pode ser obtida a partir de energias convencionais ou renováveis, contudo a eletrólise produzida através de energias convencionais apesar de ter um custo relativamente baixo implica um grande impacto no aquecimento global nos gases com efeito de estufa. Por outro lado, a eletrólise a partir de energias renováveis apresenta um ótimo benefício para o aquecimento global, no entanto o custo é significativamente elevado (Dincer & Acar, 2014).

Um dos grandes objetivos da UE relativamente à pegada carbónica é transitar da energia atual para uma energia mais sustentável. Kakoulaki et al. (2021) realizaram um estudo sobre a substituição do hidrogénio cinzento por produção de hidrogénio verde a partir da eletrólise com recursos de energia renovável, considerando o consumo de eletricidade e a procura de hidrogénio existentes. Este estudo forneceu um apoio a vários pontos:

- A tecnologia disponível para a produção de eletricidade verde a partir de energia eólica, solar e hídrica é suficiente para cobrir todo o consumo atual

de eletricidade, bem como a procura adicional de hidrogénio verde, mostrando que uma utilização parcial de localizações privilegiadas poderia ser suficiente, como o caso da Península Ibérica.

- A produção de hidrogénio ocorre atualmente em 82 regiões da UE e 76 delas têm recursos solares fotovoltaicos, eólicos e hidroelétricos suficientes para descarbonizar totalmente o consumo de eletricidade e a produção de hidrogénio.
- Os resultados são relevantes para a conceção de políticas de implementação da transição energética da UE, em particular no que se refere ao papel do hidrogénio verde e às implicações a nível regional para a implantação de capacidade de produção de eletricidade renovável.

Portugal apresenta-se geograficamente como um potencial produtor e exportador de hidrogénio verde, sendo que para o país existem diversos benefícios económico-sociais e ambientais. Além de ser um desafio político quer para Portugal quer para a UE, esta transição e implementação de hidrogénio verde na economia pode ser responsável por uma redução do consumo de CO₂ e energia fóssil (Silva et al., 2014). A economia do hidrogénio em Portugal oferece ainda potenciais benefícios para o país como a redução da dependência das importações e competitividade económica. Existem também desafios significativos que dificilmente serão superados sem esforço adicional sério na elaboração de cenários de negócios e de novos planos de negócio (Murray et al., 2007).

3.5. Business Intelligence and Data Analytics

O conceito de *Business Intelligence* (BI) surge quando existe uma quantidade significativa de dados automaticamente traduzida em conhecimento. O BI é a relação entre BI lógico e organizacional e a tomada de decisão. Para analisar da melhor forma os dados é necessário testar a qualidade dos mesmos. Utilizar os recursos de BI corretos, com um poder de decisão adequado é importante para permitir que uma organização retire o máximo partido deste conceito. Embora a integração com outros sistemas informáticos da empresa sejam essenciais, independentemente da tomada de decisão, à medida que as

organizações passam a utilizar BI em contexto de decisão menos estruturados, é necessário uma atenção especial para garantir a flexibilidade adequada de BI (Işık et al., 2013).

À medida que as empresas se adaptam para uma transformação digital, é necessário gerar conhecimento a partir dos seus dados através da utilização de *business intelligence* e *analytics* (BI&A). Os recursos tradicionais considerados em empresas de grande dimensão como a infraestrutura, os departamentos de BI&A e o alinhamento estratégico, são importantes, mas não são suficientes para facilitar as capacidades de BI&A. As empresas devem ter em consideração o seu posicionamento no mercado, bem como o ambiente operacional. É necessário que as empresas cultivem uma aprendizagem transversal na organização para que seja possível mitigar a falta de recursos, representando assim uma boa prática de negócio. Os gestores das empresas têm o papel de alcançar e manter um equilíbrio entre excelência operacional e inovação/exploração (Bordeleau et al., 2020).

Seguindo o conceito dos Sistemas de Informação é possível proporcionar um aumento de desempenho aos decisores, com o objetivo de amadurecer as tecnologias emergentes de BI&A, *big data* e a escassez prevista de gestores com experiência em dados e de profissionais de negócios com habilidades analíticas (Chen et al., 2012).

3.6. Gestão de Projetos

Gestão de projetos (GP) é um conceito que traduz a capacidade de atingir um determinado objetivo, utilizando todo o conhecimento e todas as habilidades para atingir um objetivo, sempre orientados pela cronologia existente.

Definindo o conceito de Gestão de Projetos e de acordo com o *Project Management Institute* (PMI) é possível dizer que um projeto é definido por um conjunto de aplicações de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades de um projeto de forma a atender os requisitos daquele mesmo projeto. À medida que as organizações procuram uma vantagem competitiva, os projetos tornam-se uma ferramenta para rapidamente implementar tarefas que visam adaptar e transformar a organização. Ao mesmo tempo, a gestão desses projetos tornou-se um instrumento e um meio de mudança e desenvolvimento (Hyatali & Pun, 2016).

Os métodos utilizados na gestão de projetos são diretrizes que foram desenvolvidas para auxiliar o Gestor de Projetos e a adaptação das suas atividades, uma vez que a maturidade dos processos de GP tem um impacto significativo no desempenho em termos de tempo e custo (Sousa et al., 2018).

Em suma, gestão de projetos deve ser definido como a aplicação de habilidades e métodos para planejar, organizar, dirigir e controlar os recursos de uma empresa para atingir os objetivos dos projetos (Lückmann & Feldmann, 2017), e deve haver uma ligação entre esses objetivos e a estratégia da empresa (Figura 3.7).

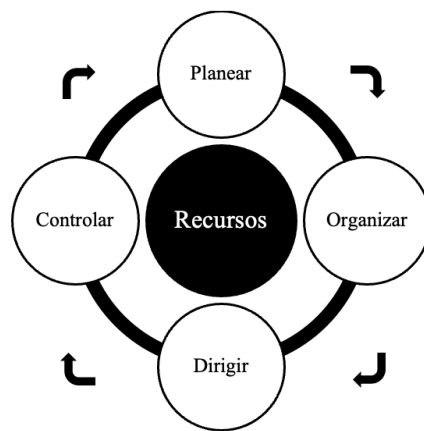


Figura 3.7 – Gestão de Projetos (Autor, 2021)

4. PROJETO PRÁTICO

O projeto prático centra-se em projetos de transição energética diferentes como descrito no capítulo 2. Assim, o objetivo deste projeto prático é apoiar os projetos de transição energética, garantindo o seu desenvolvimento e acrescentando valor aos mesmos.

4.1. Enquadramento

A abordagem dos projetos de inovação do departamento era feita num contexto de inovação aberta, onde existia uma participação interna e externa à organização em causa.

Desta forma, foram selecionados, para a elaboração deste projeto, alguns projetos de transição energética nomeadamente o projeto ECO *diesel* e o projeto de hidrogénio, com finalidades diferentes. A escolha dos projetos a analisar foi feita em conjunto com a direção do departamento. Assim, este projeto foi desenvolvido em parceria com o mesmo, sendo que o investigador participou ativamente em todas as ações planeadas.

A tabela 4.1 foi elaborado com o sentido de contextualizar e definir concretamente os objetivos de cada projeto.

Tabela 4.1 - Objetivos gerais dos projetos acompanhados (Autor, 2021)

Projeto	Designação	Objetivo
A	ECO Diesel	Comercialização de biocombustível avançado como alternativa com menor impacto ambiental
B	Injeção de Hidrogénio na rede de nacional de gás natural	Produção de Hidrogénio para injeção na Rede Nacional de Gás Natural
C	Produção de <i>Green Diesel</i> (HVO)	Utilização de Hidrogénio para produção de <i>diesel</i> verde

4.2. Identificação do Desafio

Sendo os projetos de transição energética, projetos muito importantes e com carácter altamente inovador na empresa, foram considerados como projetos a desenvolver pela direção de ID&I da empresa.

Tendo em conta todos os projetos e o tempo de intervenção do investigador para o desenvolvimento dos mesmos foram destacados os projetos A, B e C como projetos alvo. Através da necessidade da empresa no desenvolvimento dos mesmos, construiu-se uma tabela (tabela 4.2) com a descrição do desafio.

Tabela 4.2 - Descrição do Desafio (Autor, 2021)

Desafio	
Qual é o desafio?	Desenvolver projetos de transição energética
Porque é um desafio?	Porque é necessário dinamizar o mercado e descarbonizar os transportes
Qual é o objetivo?	Contribuir para o desenvolvimento dos projetos de transição energética
Qual o resultado esperado?	Garantir o desenvolvimento dos projetos e facilitar a tomada de decisão

4.2.1. Projetos de transição energética a desenvolver

Identificado o desafio de desenvolvimento de projetos de transição energética foi necessário entender os projetos como um todo e quais os respetivos objetivos. Assim, foram levantadas determinadas necessidades dos diferentes projetos, estando representadas na tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Necessidades identificadas para o desenvolvimento do projeto (Autor, 2021)

Projeto	Necessidade	Porque é uma necessidade?	Designação
A	Analisar os consumos do ECO Diesel	Para contabilizar o consumo e o seu impacto ambiental face à utilização através dos clientes piloto	i
	Reunir a informação das frotas dos clientes piloto	Para monitorizar os clientes piloto	ii
B	Analisar propostas de tecnologias de eletrólise	Perceber qual a proposta que melhor se adequa ao projeto	iii
	Reunir conhecimento sobre os principais custos do hidrogénio	Para entender o que influencia o custo final do hidrogénio	iv
C	Analisar o plano de negócios	Para analisar a rentabilidade do projeto	v

Após o levantamento das necessidades de desenvolvimento para cada projeto, contrui-se um plano de ações (tabela 4.4). Estas ações foram desenvolvidas em três fases, estando representadas na tabela 4.5.

Tabela 4.4 - Plano de ações (Autor, 2021)

Necessidade	Ação	Objetivo	Responsável da Ação	Co-Responsável da Ação	Duração da Ação
i	Análise de consumos e impacto ambiental	Analisar o consumo do combustível	I	Departamento de BI	10/10/2020 a 04/12/2020
ii	Criação de uma base de dados de clientes piloto	Construção de fluxos de dados atualizados automaticamente	I	Direção ID&I	04/11/2020 a 08/12/2020
	Criação de <i>dataflows</i>		Departamento de BI	I	11/11/2020 a 15/02/2021
iii	Comparação de tecnologias de eletrolise de hidrogénio	Compreender Cadeia de Valor do Hidrogénio	I	Direção ID&I	15/10/2021 a 02/02/2021
iv	Análise dos principais fatores do custo de hidrogénio	Determinar e analisar o custo de hidrogénio	I	Direção ID&I	02/02/2021 a 12/03/2021
	Análise de sensibilidade ao custo do hidrogénio	Identificar os principais contribuidores para o custo do hidrogénio	I	Direção ID&I	01/03/2021 a 08/04/2021
	Otimização do custo de hidrogénio	Minimizar o custo de hidrogénio	I	Direção ID&I	02/04/2021 a 28/05/2021
v	Análise de plano de negócio	Analisar a viabilidade económica do projeto C	I	Direção ID&I	02/12/2020 a 15/02/2021

Legenda: Investigador (I)

Tabela 4.5 - Fases do projeto prático desenvolvido (Autor, 2021)

Fase	Designação	Necessidades
1	Construção de relatórios de progressão	i, ii
2	Desenvolvimento de um modelo de custo de hidrogénio	iii, iv
3	Análise de planos de negócio	v

4.3. Fase 1 – Construção de Relatórios de progressão

A construção de relatórios de progressão envolveu as ações apresentadas anteriormente, sendo que o processo de construção dos relatórios envolveu o departamento de BI da empresa para uma melhor integração dos dados. Assim, as ações foram implementadas através do seguinte processo, representado na figura 4.1.

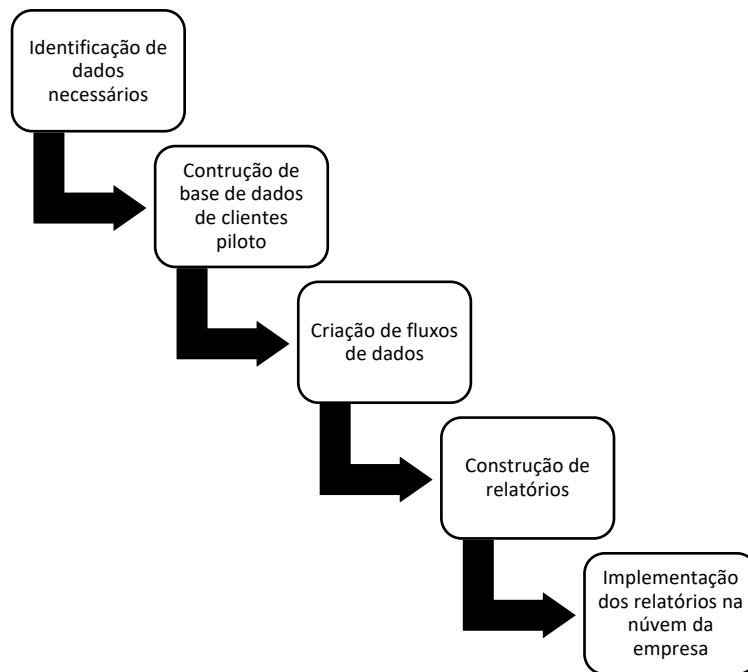


Figura 4.1 – Processo de construção de relatórios (Autor, 2021)

4.3.1. Cenário Inicial

A avaliação dos clientes piloto não era feita de forma simples e rápida. Todo o processo de análise era feito quando necessário, sempre que se pretendia avaliar o estado

dos clientes piloto. Para fazer esta análise era necessário despende bastante tempo e extrair dados que rapidamente ficavam desatualizados. Para além disto, a análise era elaborada individualmente para cada cliente piloto.

4.3.2. Escolha da ferramenta e ações implementadas

Para alcançar a sistematização e a automatização identificadas, surge o *Power BI* como ferramenta de análise ao projeto e ao progresso dos clientes piloto que consumiam ECO Diesel. A escolha desta ferramenta surge precisamente por ser uma ferramenta que analisa os dados, promove a modelação entre tabelas de dados diferentes, dinamiza a visualização quando o utilizador interage com a mesma e por último por ser uma plataforma conhecida da empresa e que através de fluxos de dados automatizados já existentes facilitavam a atualização diária dos dados. Assim, os relatórios implementados podiam ser visualizados na nuvem da empresa onde qualquer utilizador autorizado podia visualizar os dados de uma forma rápida, eficaz e intuitiva.

4.3.3. Pós Implementação

Os relatórios finais foram alcançados depois de vários protótipos discutidos com a Direção de ID&I, sendo que foram semanalmente avaliados para que fosse possível a melhoria contínua dos relatórios a ser implementados. Todos os requisitos e necessidades internas da análise dos clientes piloto e do mercado foram alcançados, obtendo-se então os relatórios finais.

O primeiro protótipo foi elaborado com a base de dados criada dos pilotos e uma exportação de consumos gerais e dos consumos por matrícula, proveniente de SAP. Assim, três ficheiros Excel (Anexos 1,2 e 3) foram integrados na ferramenta de forma a alcançar a análise esperada. Construiu-se uma base de dados com as matrículas dos veículos em piloto para que fosse possível interligar os dados (Anexo 1). O Anexo 2 representa a primeira extração de dados encontrada, para que fosse possível detetar o consumo de ECO Diesel por cliente, juntamente com todas as outras informações necessárias, como o posto onde foi abastecido, a respetiva data e as quantidades abastecidas. Posteriormente a esta base,

foi ainda necessário encontrar outro conjunto de dados de modo a associar cada venda ao respetivo cliente com a descrição da matrícula do veículo. Através da cooperação entre os departamentos foi possível encontrar esses dados e estão descritos no anexo 3.

Encontradas as fontes necessárias de dados e juntamente com o departamento de *Business Intelligence* (BI) da empresa, surgiu a criação do fluxo de dados que eram atualizados diariamente de forma automática. Os *dataflows* representavam a ligação direta entre a fonte dos dados e o Power BI, sendo que estavam sujeitos a determinados processamentos automáticos para que no respetivo relatório chegassem apenas os dados estritamente necessários à análise. Assim, a Figura 4.2 representa o caminho do fluxo dos dados.



Figura 4.2 - Fluxo de Dados PBI (Autor, 2021)

Uma vez que para a elaboração dos relatórios eram necessários vários *dataflows*, o Anexo 4 representa a forma como os *dataflows* se interligam através dum modelo-ER, mais conhecido como modelo estrela, onde se pode visualizar as relações entre tabelas. Estas relações podiam ser feitas de um-para-muitos ou de muitos-para-um, sendo que dependia do conteúdo das tabelas.

Finalizada a construção do relatório, a única manutenção necessária é apenas na base de dados dos pilotos, uma vez que sempre que um novo cliente piloto começa a abastecer a sua frota é necessário acrescentá-lo à base de dados, bem como os dados da frota. Com a implementação do relatório todo o processo foi automatizado e os objetivos para o projeto A foram alcançados.

De forma a contabilizar a implementação do sistema, construiu-se um quadro que permite facilmente representar as vantagens e o que foi ganho posteriormente à implementação do sistema. Este quadro está representado na tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Impacto da Implementação de Relatórios (Autor, 2021)

	Antes	Depois
Análise dos veículos/clientes piloto	Manual	Automática
Análise em Tempo Real (Diariamente)	Não	Sim
Tempo despendido	Significativo	Residual
Interação com utilizadores	Pouca ou Nenhuma	Muita
Controlo Back Office (Quando necessário)	Inexistente	Necessário conhecimento técnico

4.3.4. Interação com os relatórios

O relatório desenvolvido encontra-se na *cloud* da empresa para que os principais intervenientes possam abrir o mesmo e analisar o estado dos clientes em piloto. Desta forma, nesta subsecção, está representado um exemplo da interação entre o relatório e o utilizador. Ao abrir o relatório, existe uma página com um menu principal onde é possível seleccionar o cliente que se pretende analisar para que o sistema filtre o respetivo cliente e transmita a informação relativa ao mesmo. Neste caso foi seleccionado o cliente da PRIO Energy, ou seja, o relatório filtrava todas as matrículas e todos os consumos de ECO Diesel (Figura 4.3 e 4.4).

SELECT CUSTOMER



Figura 4.3 – Página Inicial de Seleção de Cliente (Autor, 2021)

SELECT CUSTOMER

The image shows a web form titled "SELECT CUSTOMER". It has a search input field with the text "CUSTOMER" and "PRIO ENERGY, S.A." entered. Below the input field is a dropdown menu showing a list of customer names: "PRIO", "PRIO BIO, S.A.", "PRIO ENERGY, S.A." (which is selected and has a black square next to it), "PRIO MOVILIDAD SL UNIPERSONAL", and "PRIO SUPPLY, S.A.". To the right of the dropdown menu is a "GO" button.

Figura 4.4 – Exemplo de Seleção (Autor, 2021)

Para utilizadores que detêm pouca experiência do sistema, na página principal do relatório foram introduzidas algumas instruções para que seja facilitada a consulta do relatório. Ao selecionar o cliente, o sistema devolve ao utilizador a respetiva folha de análise do cliente com os dados relativos ao mesmo. Para além desta folha que é apresentada em anexo (Anexo 5), existem outras, uma folha geral (Anexo 6) com todos os clientes pilotos e outra para gestão interna (Anexo 7) onde é possível visualizar outras informações mais detalhadas.

De forma a simplificar a informação contida na folha geral em anexo (Anexo 5), de seguida é apresentada a mesma e dividida em várias partes. A imagem seguinte (Figura 4.5) divide-se em 3 partes que representam toda a informação dos clientes piloto.

Na parte (A) descrita na imagem (figura 4.5), é possível verificar informação como o tipo de cliente, os volumes totais consumidos e os postos principais onde existe o produto. Começando pelo tipo de cliente é possível visualizar que estes podem ser: Clientes *Private*, que representa a quantidade consumida por clientes não identificados e Clientes *Fleet Card* que representa todos os clientes com cartão frota, ou seja são clientes que têm um registo associado à empresa e que facilmente é associado a um ou mais veículos. Seguidamente é possível visualizar o volume total de ECO Diesel consumido desde o primeiro dia, dividido por ano e é possível também visualizar o número total de quilómetros percorridos com a utilização do produto. Para finalizar a secção, o número de postos onde é possível abastecer ECO Diesel e uma classificação dos 5 melhores postos de abastecimento, ou seja, em que postos é consumido mais ECO Diesel.

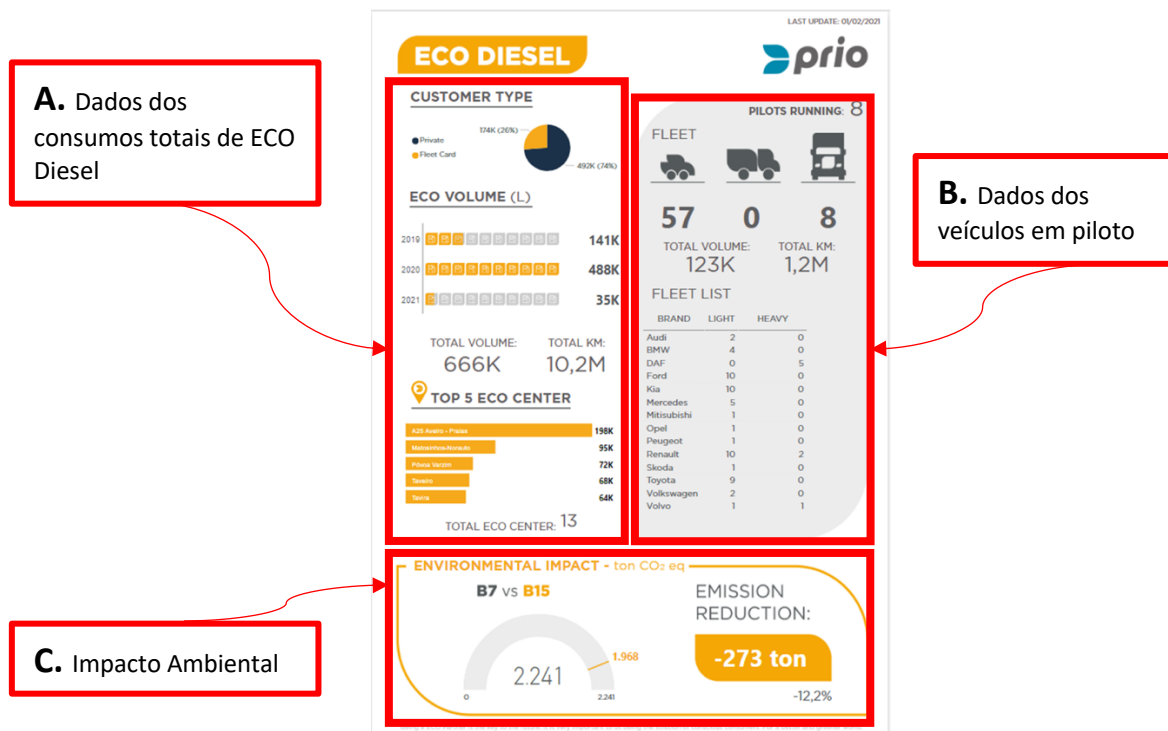


Figura 4.5 – Relatório dividido em 3 partes (Autor, 2021)

Na parte (B), da figura 4.5, existe uma pétala destacada a cinzento que representa a informação detalhada dos clientes em piloto. É possível visualizar o número de veículos em piloto, a que categoria pertencem e ainda a respetiva marca.

Por último, a parte (C) da figura 4.5, representa o impacto ambiental do consumo total de ECO Diesel. Visualizando da esquerda para a direita é possível ver a comparação de toneladas de CO₂ equivalentes emitidos entre o consumo de Diesel convencional e a alternativa ECO Diesel, e é possível observar que existe um impacto significativo. Assim, é possível verificar que todo o consumo deste produto já teve um impacto de menos 273 toneladas de CO₂ equivalente emitido, ou seja, menos 12,2% face ao diesel convencional.

O relatório atualizado de forma automática, com todos os dados pré-programados e processados, permitiu que a análise do mesmo estivesse sempre atualizada, em tempo real (diariamente), e sempre que necessário os utilizadores que tinham acesso ao relatório poderiam visualizar, sendo que os dados que visualizassem eram dados que refletiam desde o dia que houve o primeiro consumo do material até ao dia anterior ao dia de visualização (n-1).

Uma vez que a substituição deste biocombustível avançado não exige alterações nos motores dos veículos, apresenta uma enorme vantagem para o ambiente. Ainda assim, este relatório permitiu também controlar o número e tipologia de veículos em piloto e demonstrar que até ao momento não existe nenhum problema com a alteração do combustível.

Este relatório pode ser replicado para outros projetos de transição energética da empresa e desta forma permite visualizar de forma rápida e intuitiva a progressão dos projetos. Assim, as ações implementadas neste projeto, contribuem para o desenvolvimento do projeto de transição energética ECO Diesel, auxiliando a tomada de decisão do projeto.

4.4. Fase 2 – Desenvolvimento de um modelo de custo de hidrogénio

Na fase 2 é indicado o cenário inicial, as ações desenvolvidas e ainda um cenário pós implementação das ações.

4.4.1. Cenário Inicial

O presente projeto encontrava-se bem estruturado e com objetivos claros. Existiam propostas de fornecedores de tecnologia de eletrólise sendo que à data as mesmas não tinham sido exploradas. A empresa detinha pouco conhecimento sobre os custos envolvidos na produção de hidrogénio, uma nova energia emergente no mercado. Posto isto, era crucial perceber o que mais influenciava o custo do hidrogénio.

4.4.2. Comparação de tecnologias de Hidrogénio

Com o objetivo de entender as diferentes tecnologias, o investigador elaborou uma tabela de comparação entre as mesmas (tabela 4.7). Os valores das propostas por questões de confidencialidade não podem ser revelados sendo que a tabela apresenta os principais indicadores das tecnologias referentes ao estudo feito pela *International Renewable Energy Agency* (IRENA).

Tabela 4.7 – Comparação das tecnologias AE e PEM (Adaptado de (IRENA, 2018))

Ano	AE		PEM	
	2017	2025	2017	2025
Eficiência da tecnologia	65%	68%	57%	64%
Custo de investimento (CAPEX) [€/kW]	750	480	1200	700
Custos Operacionais (% do CAPEX)	2%	2%	2%	2%
Duração dos principais componentes	80 000 h	90 000 h	40 000h	50 000h
Pressão de saída do hidrogénio [bar]	Atmosférica	15	30	60

Assim, a partir da análise das tecnologias através das propostas dos fornecedores, é possível afirmar que a tecnologia mais viável é a tecnologia AE uma vez que o custo de investimento é bastante inferior. Ainda assim, o principal componente da tecnologia AE tem um maior ciclo de vida o que representa uma substituição desses componentes de forma menos frequente. Segundo a *International Renewable Energy Agency* (IRENA, 2018), uma maior pressão de saída leva a um custo mais baixo a jusante para pressurizar o hidrogénio para utilização final (IRENA, 2018).

4.4.3. Implementação do modelo de custo do Hidrogénio (LCOH)

O modelo de determinação do custo de hidrogénio (*Levelized Cost Of Hydrogen*) teve como objetivo principal determinar o custo de hidrogénio perante um conjunto de valores considerados para o cálculo. Este modelo foi desenhado respeitando alguns pressupostos e restrições.

Na tabela 4.8 são apresentados todos os inputs ao modelo. Alguns valores da tabela, encontram-se descritos como confidencial uma vez que por questões de confidencialidade não foi possível apresentar os mesmos.

Os dados correspondentes ao consórcio foram valores confirmados em reuniões nas quais o investigador esteve presente. Os dados provenientes do fornecedor foram entregues formalmente à empresa, nos quais existia um relatório técnico sobre a especificação da instalação do eletrolisador.

Tabela 4.8 - Inputs do modelo LCOH (Autor, 2021)

Parque Fotovoltaico		Valor	Unidades
Potência		Confidencial	MWn
Custo da Energia		Confidencial	€/MW
Eletrolisador			
Potência		Confidencial	MWn
Capex Base		Confidencial	€/kW
Comissionamento e Instalação		3%	CAPEX
Custo Substituição Stack		30%	CAPEX
Consumo Energético (BOL)		Confidencial	kWh/kg h2
Produção de O2		Confidencial	Nm3/h
Produção O2		Confidencial	kg/h
Energia necessária/kg O2		Confidencial	kWh/kg O2
Produção de H2		Confidencial	Nm3/h
Produção de H2		Confidencial	kg/h
Relação O2/H2		8	
Consumo de Água		Confidencial	L/kg
Custo da Água		Confidencial	€/m3
Custo da Área		Confidencial	m2
Custo de Construção		Confidencial	€/m2
Preço Venda O2		Confidencial	€/ton O2
Energia da rede (Ligação em MAT)			
PPA (Custo base energia)	Horas de ponta	Confidencial	€/MW
	Contratada	Confidencial	€/MW
	Horas de ponta	Confidencial	€/MW
	Horas cheias	Confidencial	€/MW
Potência	Horas de ponta	1 385	€/MW.mês
	Contratada	792	€/MW.mês
Inverno	Horas de ponta	29,1	€/MWh
	Horas cheias	21,9	€/MWh
	Horas de vazio normal	13,0	€/MWh
	Horas de super vazio	13,0	€/MWh
Verão	Horas de ponta	29,0	€/MWh
	Horas cheias	21,9	€/MWh
	Horas de vazio normal	13,0	€/MWh
	Horas de super vazio	13,0	€/MWh
Custos OPEX			
Supervisão		Confidencial	€/ano
Operadores		Confidencial	€/ano
Manutenção		3%	CAPEX
Período			
Período de Análise		20	Anos

A tabela 4.9 apresenta a respectiva fonte de validação dos dados, sendo que esta fonte pode variar entre dados concretos presentes na proposta do respectivo fornecedor (Tecnólogo) ou dados requeridos e estabelecidos em consórcio (Consórcio).

Todos os *inputs* apresentados foram utilizados para o cenário do projeto. Uma vez estabelecidos estes *inputs*, foi iniciada a construção do modelo e validação ao longo da sua construção. O modelo partiu inicialmente de um perfil solar horário exemplo (fornecido pelo consórcio), em que a cada hora do ano de referência existia uma determinada produção de energia solar.

Tabela 4.9 - Fontes de validação dos dados (Autor, 2021)

Dados	Fonte
Potência Central Fotovoltaica	Consórcio
Custo da Energia	Consórcio
Potência Eletrolisador	Tecnólogo
Custo Eletrolisador	Tecnólogo
Custo de Construção	Tecnólogo
Custo Substituição Stack	Tecnólogo
Consumo Energético	Tecnólogo
Consumo de Água	Tecnólogo
Número máximo de utilização anual	Tecnólogo
Utilização mínima	Tecnólogo
Utilização máxima	Tecnólogo
Tempo de vida das stacks	Tecnólogo
Área de Instalação	Tecnólogo
Custo do terreno	Consórcio

Uma vez que a central solar não consegue fornecer a quantidade de energia suficiente, foi necessário procurar uma ligação à rede onde através das tarifas estabelecidas a nível nacional fosse possível conseguir colmatar a restante energia necessária.

A tabela 4.10 contém os valores de acesso à rede. Após algumas reuniões, o consórcio estabeleceu que o acesso à rede iria ser estabelecido através de um contrato de Muito Alta Tensão (MAT).

Tabela 4.10 - Tarifas de acesso à rede (Autor, 2021)

Dados	Valor	Fonte
Potência	Horas de ponta	1 385 €/MW . mês
	Contratada	792 €/MW . mês
Inverno	Horas de ponta	29,1 €/MW
	Horas cheias	21,9 €/MW
	Horas de vazio normal	13,0 €/MW
	Horas de super vazio	13,0 €/MW
	Horas de ponta	29,0 €/MW
Verão	Horas cheias	21,9 €/MW
	Horas de vazio normal	13,0 €/MW
	Horas de super vazio	13,0 €/MW

De forma a detalhar o tarifário horário a Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE) estabeleceu que para o ano de 2021 a carga horária para cada tarifa associada era a representada na figura 4.6.





Ciclo semanal opcional para MAT, AT e MT em Portugal continental			
Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
De segunda-feira a sexta-feira		De segunda-feira a sexta-feira	
Ponta:	17.00/22.00 h	Ponta:	14.00/17.00 h
Cheias:	00.00/00.30 h 07.30/17.00 h 22.00/24.00 h	Cheias:	00.00/00.30 h 07.30/14.00 h 17.00/24.00 h
Vazio normal:	00.30/02.00 h 06.00/07.30 h	Vazio normal:	00.30/02.00 h 06.00/07.30 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
Sábado		Sábado	
Cheias:	10.30/12.30 h 17.30/22.30 h	Cheias:	10.00/13.30 h 19.30/23.00 h
Vazio normal:	00.00/03.00 h 07.00/10.30 h 12.30/17.30 h 22.30/24.00 h	Vazio normal:	00.00/03.30 h 07.30/10.00 h 13.30/19.30 h 23.00/24.00 h
Super vazio:	03.00/07.00 h	Super vazio:	03.30/07.30 h
Domingo		Domingo	
Vazio normal:	00.00/04.00 h 08.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/04.00 h 08.00/24.00 h
Super vazio:	04.00/08.00 h	Super vazio:	04.00/08.00 h

Figura 4.6 - Carga horária ERSE (Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, 2021)

Assim, uma vez que o período apresentado pela ERSE tem em conta ½ horas e o perfil solar tem em conta horas inteiras por ano, foi necessário ajustar os períodos da ERSE para um cenário idêntico, ou seja cada ½ hora que está estabelecida na figura 4.6 foi reajustada para a hora com custo mais elevado. Este ajuste foi fulcral para identificar em cada hora o custo de energia da rede, sendo que os dados usados no modelo são apresentados na tabela 4.11. Cada hora corresponde ao respetivo início da hora e termina com a hora da linha seguinte.

Tabela 4.11 - Ajuste horas de ponta, cheias, vazio e supervazio (Autor, 2021)

Início	Inverno			Verão		
	Semana	Sábado	Domingo	Semana	Sábado	Domingo
00:00	C	V	V	C	V	V
01:00	V	V	V	V	V	V
02:00	S	V	V	S	V	V
03:00	S	S	V	S	V	V
04:00	S	S	S	S	S	S
05:00	S	S	S	S	S	S
06:00	V	S	S	V	S	S
07:00	C	V	S	C	V	S
08:00	C	V	V	C	V	V
09:00	C	V	V	C	V	V
10:00	C	C	V	C	C	V
11:00	C	C	V	C	C	V
12:00	C	C	V	C	C	V
13:00	C	V	V	C	C	V
14:00	C	V	V	P	V	V
15:00	C	V	V	P	V	V
16:00	C	V	V	P	V	V
17:00	P	C	V	C	V	V
18:00	P	C	V	C	V	V
19:00	P	C	V	C	V	V
20:00	P	C	V	C	V	V
21:00	P	C	V	C	V	V
22:00	C	C	V	C	V	V
23:00	C	V	V	C	V	V

P  Horas de ponta
 C  Horas cheias
 V  Horas de vazio normal
 S  Horas de super vazio

Tendo em conta que os custos operacionais não se baseiam apenas em custos de energia, foi necessário também estabelecer todos os custos, tais como os custos de manutenção, custos com pessoal e ainda a energia proveniente da central solar.

Na tabela 4.12 estão ainda os valores correspondentes ao hidrogénio produzido para calcular a eficiência do eletrolisador.

Tabela 4.12 - Dados Hidrogénio (Autor, 2021)

Dados	Referência	Valor	Conversão	Fonte
Densidade	(0°C 1 bar)	0,09 g/L	0,09 kg/m ³	(Rivard et al., 2019)
Higher Heating Value (HHV)		142 kJ/g	39,4 kWh/kg	(Rivard et al., 2019)

A fórmula utilizada para calcular o custo de produção de hidrogénio foi baseada na *Levelized Cost Of Energy* (LCOE), em que o objetivo é calcular o somatório da quantidade de energia resultante da produção de energia ao longo do período em análise. Ou seja, é possível calcular um custo diferente para cada período de análise previamente estabelecido. Segundo Viktorsson et al. (2017), o LCOE é determinado através da seguinte equação (1):

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}} \quad (1)$$

I_t : Investimento no ano t

M_t : Custos Operacionais no ano t

F_t : Gastos com a produção no ano t

E_t : Energia gerada no ano t

r : Taxa de desconto

n : Período de análise

De forma a simplificar a fórmula, é possível resumir a mesma na expressão (2):

$$LCOE = \frac{\sum \text{Custos ao longo do Período em análise}}{\sum \text{Energia produzida no Período em análise}} \quad (2)$$

Os custos ao longo do período de análise são estabelecidos como custos de investimento (CAPEX) e custos operacionais (OPEX). O método LCOE é um método utilizado para comparar diferentes cenários e não se limita a fontes de energia renováveis, sendo que é utilizado para avaliar o custo final do hidrogénio. A produção de hidrogénio é geralmente medida em termos de energia, cujo custo pode ser apresentado em termos de custo por unidade de energia ou massa de hidrogénio (Viktorsson et al., 2017). O somatório ao longo de todos os anos a dividir pela produção de hidrogénio ao longo dos mesmos anos

dá origem ao custo final de hidrogénio na unidade de €/kg. Tendo em consideração os custos, a fórmula de cálculo do custo final de hidrogénio traduz-se na expressão (3):

$$LCOH = \frac{\sum I_T + M_T}{\sum E_T} \quad (3)$$

I_T : *Investimento Total*

M_T : *Custos Operacionais Totais*

E_T : *Energia gerada*

T : *Período de Análise*

Para calcular os custos operacionais (OPEX) ao longo dos anos, foi necessário estabelecer uma fórmula que permitisse englobar os mesmos. Esta fórmula está descrita de seguida, na expressão (4):

$$M_T = \sum CCP_T + CA_T + CDM_T + CSS_T + CES_T + CER_T + CPC_T + CPCHP_T \quad (4)$$

CCP_T : *Custos Com Pessoal*

CA_T : *Custo da água*

CDM_T : *Custos de manutenção*

CSS_T : *Custo de Substituição de Stacks do Eletrolisador*

CES_T : *Custo da Energia proveniente da central solar*

CER_T : *Custo da Energia da Rede*

CPC_T : *Custo da Potência Contratada*

$CPCHP_T$: *Custo da Potência Contratada em Horas de Ponta*

T : *Período de Análise*

O custo da energia proveniente da central solar é refletido pela produção total de energia, a partir da central, multiplicado pelo custo dessa energia (expressão (5)):

$$CES_T = \sum (ES_{amd h}) * CES \quad (5)$$

$ES_{amd h}$: Energia gerada pela central Solar

a : Ano

m : Mês

d : Dia

h : Hora do dia

O eletrolisador é alimentado com energia proveniente da central solar e quando necessário consome energia da rede. Assim, para o modelo foi utilizada a fórmula que determina o déficit de energia entre a central solar e a energia da rede (expressão (6)).

$$CER_T = \sum ((ENE_{amd h} - ES_{amd h}) * CR_{amd h}) \quad (6)$$

$ENE_{amd h}$: Energia necessária para alimentar o eletrolisador

$CR_{amd h}$: Custo energia da rede

Para o custo da energia da rede, foi necessário reter o conceito de *Power Purchasing Agreement* (PPA), onde estão estabelecidas garantias de origem de energia renovável. Para o cálculo do custo da energia da rede, foi estabelecida a seguinte fórmula que representa o custo em cada hora da energia do PPA (expressão (7)):

$$CR_{amd h} = PPA_{md h} + TAR_{amd h} \quad (7)$$

$PPA_{md h}$: Custo base da energia da rede

$TAR_{amd h}$: Custo das tarifas de acesso à rede

Os custos da energia da rede implicam ainda o custo da potência contratada e também da potência contratada em horas de ponta. Para isto, o custo da potência contratada foi calculado através da potência máxima anual multiplicado pelo respetivo

custo indicado na tabela 4.10. O custo da potência contratada em horas de ponta segue o mesmo raciocínio sendo que a potência máxima para o cálculo é a potência máxima em horas de pontas ao longo do ano.

Todas as fórmulas anteriormente apresentadas foram utilizadas no modelo de cálculo do custo do hidrogénio, sendo que o investigador teve ainda em consideração a degradação do eletrolisador anual, introduzindo o custos da substituição dos principais componentes (*stacks*) assim que a utilização em horas alcança-se o limite estabelecido na ficha técnica fornecida à empresa. A tabela 4.13 representa um resumo das principais fórmulas utilizadas.

Tabela 4.13 - Resumo das principais fórmulas utilizadas no modelo LCOH (Autor, 2021)

Descrição	Fórmula
Cálculo do custo do hidrogénio	$LCOH = \frac{\sum I_T + M_T}{\sum E_T}$
Cálculo dos custos operacionais	$M_T = \sum CCP_T + CA_T + CDM_T + CSS_T + CES_T + CER_T + CPC_T + CPCHP_T$
Cálculo do custo da energia solar	$CES_T = \sum (ES_{amdh}) * CES$
Cálculo do custo da energia externa (rede)	$CER_T = \sum ((ENE_{amdh} - ES_{amdh}) * CR_{amdh})$
Cálculo do custo em cada hora da rede	$CR_{amdh} = PPA_{amdh} + TAR_{amdh}$

4.4.3.1. Demonstração de resultados

Por questões de confidencialidade não é possível demonstrar os dados relativos ao modelo, sendo que, de forma a demonstrar o modelo desenvolvido pelo investigador, nesta subseção apresenta-se uma análise ao custo final do hidrogénio, tendo em conta que o eletrolisador tinha um fator de utilização de 100%.

Com o objetivo de aplicar todos os cálculos referidos anteriormente, o modelo calcula o custo de hidrogénio, sendo que esse custo é expresso em €/kg. O gráfico da figura 4.7 apresenta a influência de cada indicador no custo final de hidrogénio, sendo que é possível visualizar que o custo da energia tem uma influência de cerca de 82% no custo final do hidrogénio.

Para além dos indicadores representados na figura 4.7, teve-se em consideração a venda do oxigénio, sendo que por questões de confidencialidade não foi possível revelar o preço de venda do oxigénio. Integrando o mesmo no preço final do hidrogénio, é possível visualizar que este tem um impacto considerável no custo final do hidrogénio (figura 4.8).

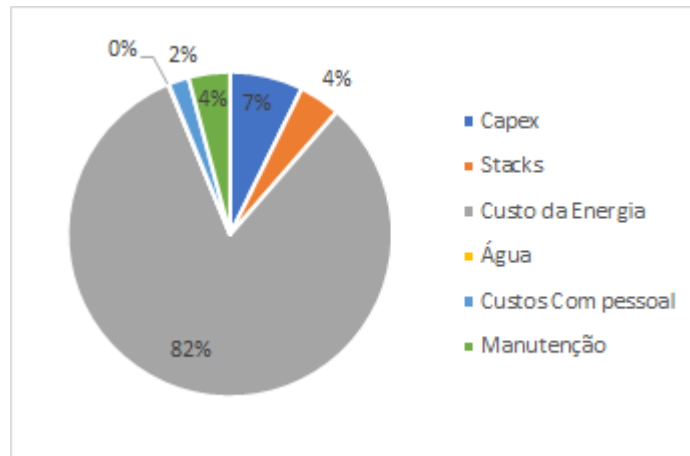


Figura 4.7 - Principais influenciadores do LCOH (Autor, 2021)

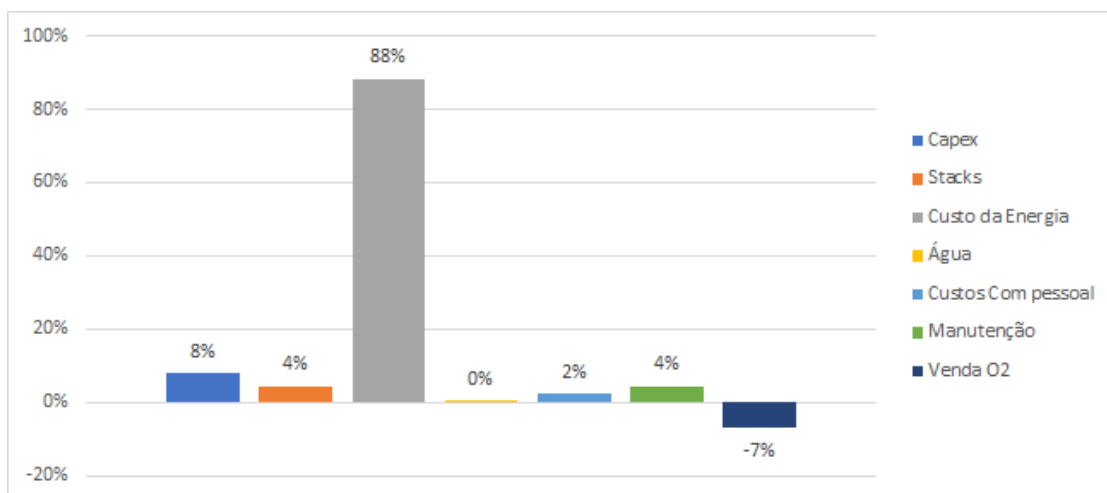


Figura 4.8 - Impacto da venda de Oxigénio no LCOH (Autor, 2021)

Para analisar o custo do hidrogénio, elaborou-se um quadro com os 3 principais fatores com maior impacto no custo final do hidrogénio (tabela 4.14).

Tabela 4.14 - Definição dos 3 influenciadores no LCOH (Autor, 2021)

Indicador	Impacto LCOH
Custo da energia (solar+rede)	88%
Custo de investimento (CAPEX)	8%
Preço de venda do Oxigénio	-7%

O modelo LCOH tem diferentes objetivos sendo que o principal foi calcular o custo final do hidrogénio. Este modelo permitiu ganhar sensibilidade a vários níveis:

- Os indicadores com maior impacto no custo final do hidrogénio;
- Quantidade de energia necessária;
- Calcular o fator de utilização do eletrolisador;

Não considerando a venda de oxigénio, a tabela 4.15 apresenta a variação das potências instaladas. É composto por linhas que representam a variação da potência instalada da central solar e por colunas que representam a variação da potência instalada do eletrolisador e pela variação do LCOH em percentagem. Ao visualizar a tabela é possível verificar que variando a potência instalada do eletrolisador em menos 25%, e mantendo a potência instalada da central solar fotovoltaica o LCOH, diminui em cerca de 0,28%. Isto deve-se ao facto de haver uma variação superior no numerador da fórmula LCOH, ou seja, nos custos de investimento, de energia e outros custos apresentados anteriormente.

Tabela 4.15 - Impacto no LCOH com variação das potências instaladas (Autor, 2021)

		Potência Central Solar Fotovoltaica						
		-75%	-50%	-25%	0%	25%	50%	75%
Potência Eletrolisador	-75%	6,67%	4,72%	4,17%	3,89%	3,89%	3,61%	3,61%
	-50%	6,39%	2,22%	0,83%	0,28%	0,00%	-0,28%	-0,28%
	-25%	10,28%	2,78%	0,83%	-0,28%	-0,83%	-1,11%	-1,39%
	0%	11,94%	4,17%	1,39%	-	-0,83%	-1,39%	-1,67%
	25%	13,06%	6,94%	2,22%	0,56%	-0,56%	-1,11%	-1,67%
	50%	13,89%	8,61%	3,33%	1,11%	0,00%	-0,83%	-1,39%
	75%	14,44%	10,00%	5,56%	1,94%	0,56%	-0,28%	-0,83%

4.4.3.2. Análise de sensibilidade

Como apresentado na secção anterior (tabela 4.14) os 3 principais indicadores com maior impacto necessitavam de uma melhor análise para testar a sensibilidade do LCOH. Para isto, o investigador elaborou um conjunto de cenários, representados na tabela 4.16.

Tabela 4.16 - Cenários para análise de sensibilidade (Autor, 2021)

	Custo da Energia	Custo de Investimento	Preço de venda do Oxigénio
Cenário 1	Varia	-	-
Cenário 2	-	Varia	-
Cenário 3	-	-	Varia

4.4.3.2.1. Cenário 1

O Cenário 1 representa a variação do maior influenciador do LCOH que é precisamente o custo da energia. Para isto é necessário considerar 3 vertentes importantes:

- Custo base da Energia Solar
- Custo base do PPA
- Custo de tarifas de acesso à rede, custo da potência contratada e custo da potência contratada em horas de ponta

Começando pelo custo da energia solar, sem variar as outras duas vertentes, é possível visualizar na tabela seguinte a variação do LCOH tendo em conta apenas a variação do custo base da energia solar. Para este cenário são apresentadas diferentes tabelas descritas na lista de tabelas tabela 4.17. Todas as tabelas têm uma variação de 25% até perfazerem os 100%, quer para o lado positivo (aumento do custo) quer para o lado negativo (diminuição do custo). Assim, a variação vai de -100% até 100% do valor de referência dos dados (inputs) do modelo.

Tabela 4.17 - Resumo da variação de custos de energia elétrica (Autor, 2021)

Tabela	Custo base Energia da Rede	Custo base do PPA	Custo das Tarifas de Acesso à rede/Custos das Potências Contratadas
4.18	Varia	-	-
4.19	-	Varia	-
4.20	Varia	Varia	-
4.21	Varia	Varia	Redução de 50%

Na tabela 4.18 é possível visualizar que ao variar o custo base da energia proveniente da central solar, o LCOH tem um impacto significativo e pode reduzir até 20,53%. Ao reduzir o custo base da energia solar em 50%, o LCOH reduz em aproximadamente 10% o que sem dúvida traduz num grande impacto do custo da energia solar.

Tabela 4.18 - Impacto do LCOH variando o custo base de energia solar (Autor, 2021)

Variação LCOH	Custo Base da Energia Solar								
	-100%	-75%	-50%	-25%	0%	25%	50%	75%	100%
	-	-	-	-	-	5,13%	10,27%	15,40%	20,53%
	20,53%	15,40%	10,27%	5,13%	-	5,13%	10,27%	15,40%	20,53%

Aplicando o mesmo raciocínio na tabela 4.19, facilmente se visualiza que no caso do custo da energia base do PPA (rede) ao reduzir o mesmo, o impacto do LCOH é ainda superior. Desta forma, para conseguir uma redução equivalente a 10%, no caso da energia proveniente da rede apenas é necessário reduzir o seu custo em 25%.

Tabela 4.19 - Impacto do LCOH variando o custo base do PPA (Autor, 2021)

Variação LCOH	Custo base do PPA								
	-100%	-75%	-50%	-25%	0%	25%	50%	75%	100%
	-37,15%	-27,86%	-18,58%	-9,29%	-	9,29%	18,58%	27,86%	37,15%
	-37,15%	-27,86%	-18,58%	-9,29%	-	9,29%	18,58%	27,86%	37,15%

Uma vez comparadas as variações dos custos base, quer da energia solar quer da energia da rede, foi importante também analisar ambas na mesma tabela. Para isso, foi elaborada a tabela 4.20 onde, em cada linha está presente o custo base da energia da rede

e em cada coluna está representado o custo base da energia proveniente da central solar. Ainda na tabela 4.20 o valor das tarifas de acesso à rede e o custo das potências contratadas não sofreu alterações. Assim é possível confirmar que o custo da energia, seja solar ou da rede, é bastante relevante no LCOH. Por exemplo, para uma redução de aproximadamente 14% no custo final do hidrogénio, o custo base da energia da rede bem como o custo da energia solar apenas necessitam de ser reduzidos em 25%.

Tabela 4.20 - Influência do Custo base das energias no LCOH (Autor, 2021)

		Custos base do PPA								
		-100%	-75%	-50%	-25%	0%	25%	50%	75%	100%
Custos base da Energia Solar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	100%	57,78%	48,33%	39,17%	29,72%	20,55%	11,11%	- 1,94%	+	+
	-75%	52,50%	43,33%	33,89%	24,72%	15,28%	- 6,11%	3,06%	+	+
	-50%	47,50%	38,05%	28,89%	19,44%	10,28%	- 1,11%	8,33%	+	+
	-25%	42,22%	33,05%	23,61%	14,44%	- 5,00%	+	+	+	+
	0%	37,22%	27,78%	18,61%	- 9,17%	-	+	+	+	+
	25%	31,94%	22,78%	13,33%	- 4,17%	+	+	+	+	+
	50%	26,94%	17,50%	- 8,33%	1,11%	+	+	+	+	+
	75%	21,67%	12,50%	- 3,06%	6,11%	+	+	+	+	+
	100%	16,67%	- 7,22%	1,94%	11,11%	+	+	+	+	+

A mesma situação acontece na tabela 4.21, sendo que a mesma representa ainda uma redução adicional de 50% dos custos das tarifas de acesso à rede e também no custo das potências contratadas. Por exemplo, para obter uma redução de aproximadamente 12,22% e tendo em conta que os custos base permaneciam sem nenhuma variação, apenas é necessário reduzir em 50% as tarifas de acesso à rede, bem como os custos das potências contratadas. Desta forma, para uma redução de 25% nos custos base da energia da rede e da energia solar e tendo em conta a redução de 50% nas tarifas de acesso à rede e nas potências contratadas, é possível reduzir o LCOH em aproximadamente 26,67%, o que representa um grande impacto no custo do hidrogénio.

Tabela 4.21 - Influência dos custos base das energias, com redução de 50% das tarifas e potências (Autor, 2021)

		Custos base do PPA								
		-100%	-75%	-50%	-25%	0%	25%	50%	75%	100%
Custos base da Energia Solar	-	-	-	-	-	-	-	-	-5,00%	+
	100%	70,00%	60,83%	51,39%	42,22%	32,78%	23,61%	14,17%	-5,00%	4,17%
	-75%	-	-	-	-	-	-	-	+	+
		65,00%	55,55%	46,39%	36,94%	27,78%	18,33%	-9,17%	0,00%	9,44%
	-50%	-	-	-	-	-	-	-	+	+
		59,72%	50,55%	41,11%	31,94%	22,50%	13,33%	-3,89%	5,28%	14,44%
	-25%	-	-	-	-	-	-	-	+	+
		54,72%	45,28%	36,11%	26,67%	17,50%	-8,06%	1,11%	10,28%	19,72%
	0%	-	-	-	-	-	-	-	+	+
		49,44%	40,28%	30,83%	21,67%	12,22%	-3,06%	6,11%	15,56%	24,72%
25%	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
	44,44%	35,00%	25,83%	16,39%	-7,22%	2,22%	11,39%	20,55%	30,00%	
50%	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
	39,17%	30,00%	20,55%	11,39%	-1,94%	7,22%	16,39%	25,83%	35,00%	
75%	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
	34,17%	24,72%	15,56%	-6,11%	3,06%	12,22%	21,67%	30,83%	40,28%	
100%	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
	28,89%	19,72%	10,28%	-1,11%	8,33%	17,50%	26,67%	36,11%	45,28%	

4.4.3.2.2. Cenário 2

O custo de investimento, expresso como CAPEX, é o segundo influenciador do modelo LCOH. Para isto, foi estabelecida a sua variação, sendo que o impacto esperado não é muito relevante face ao cenário anterior. A variação do CAPEX implica uma alteração direta nos custos de manutenção, custos de instalação e custos de substituição dos principais componentes (*stacks*) do eletrolisador, uma vez que estes custos representam uma percentagem adicional proveniente do CAPEX. Desta forma, variando o CAPEX de 10% em 10%, quer para o sentido positivo (aumento do custo) quer para o sentido negativo (diminuição do custo) o gráfico seguinte representa o impacto no LCOH. O eixo das abcissas representa a variação (-50% até 50%) e o eixo das ordenadas representa o impacto final em percentagem do LCOH (figura 4.9).

Observando o gráfico da figura 4.9, é possível afirmar que o custo de investimento influencia o LCOH, mas não da mesma forma que o custo da energia. Isto deve-se ao facto dos custos de manutenção, custos de instalação e de substituição dos principais componentes estarem diretamente relacionados com o custo do investimento. Assim, para

uma redução de 50% no investimento inicial do eletrolisador é possível verificar que a redução do LCOH é de aproximadamente 8%.

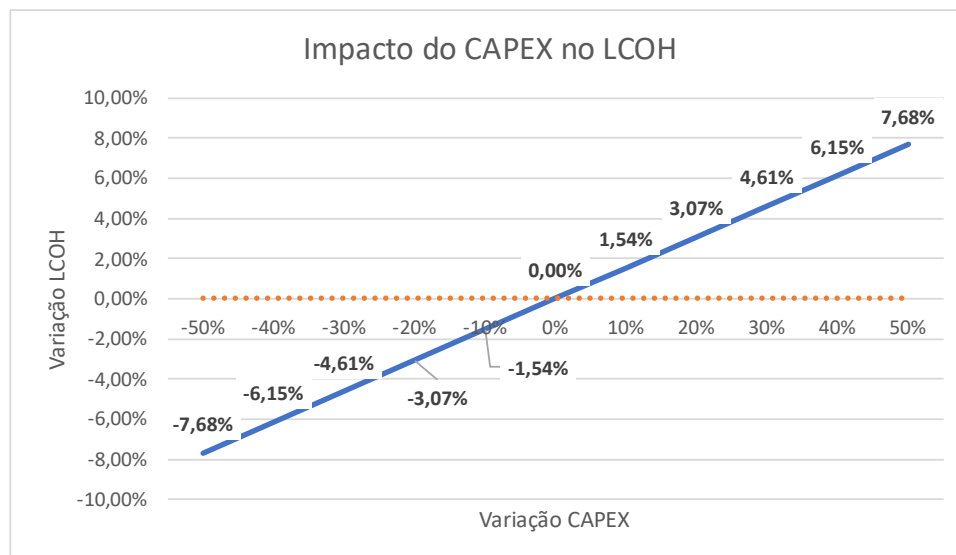


Figura 4.9 - Impacto do Capex no LCOH (Autor, 2021)

4.4.3.2.3. Cenário 3

O eletrolisador tem a capacidade de dividir a molécula da água (H_2O) e produzir hidrogénio para um lado e oxigénio para outro. O modelo LCOH inicialmente foi elaborado apenas calculando todos os custos relativos ao mesmo. Conseguida a sensibilidade necessária para a construção do modelo, note-se que o oxigénio não tinha sido considerado. Assim, este cenário tem o objetivo de analisar o impacto da venda do oxigénio.

O mercado do oxigénio era desconhecido, sendo que o preço de venda variava e dependia da finalidade, pureza e estado do oxigénio. Dado este desconhecimento do mercado do oxigénio, este cenário é hipotético na cadeia de valor do LCOH. Desta forma, avançou-se com possibilidades para o preço de venda do oxigénio, como é apresentado na tabela 4.22. Foi tomado como pressuposto um valor de referência apresentado anteriormente que por questões de confidencialidade não pode ser revelado. Os valores do oxigénio da tabela 4.22 estão representados como percentagem de aumento do valor de referência.

Tabela 4.22 – Hipotéticos Preços de venda de oxigénio (Autor, 2021)

Hipótese	Valor do oxigénio	Redução LCOH
X	+100%	- 13,24%
Y	+200%	- 19,86%
W	+300%	- 26,48%
Z	+500%	- 39,72%

Tendo em consideração todas as hipóteses representadas na tabela 4.22, e depois da respetiva análise, na coluna de redução LCOH é possível visualizar o impacto do LCOH face à variação do preço do oxigénio.

O oxigénio gerado a partir do eletrolisador representa um impacto significativo no LCOH, pelo que deve ser considerado. Sendo um mercado ainda pouco explorado no tema do LCOH, e na cadeia de valor de produção de hidrogénio, é possível acrescentar valor à mesma, estudando-se também a vertente da cadeia de valor do oxigénio.

4.4.3.3. Minimização do custo do Hidrogénio

A construção do modelo de custo do hidrogénio apresentada anteriormente, permitiu identificar a quantidade de hidrogénio produzida e quais os seus custos associados. O investigador identificou que havia a possibilidade do LCOH ser otimizado, através da relação entre o custo da energia da rede e a quantidade de hidrogénio produzida. Assim, foi adicionado ao modelo uma ferramenta (*Solver*) que permite minimizar o LCOH, através da definição de variáveis e também de restrições. A ferramenta utilizada é uma ferramenta gratuita, sendo que esta é limitada a um valor máximo de 200 variáveis. As variáveis para a otimização do LCOH foram escolhidas através da análise anterior, onde a energia da rede tem um grande impacto no LCOH. Assim, as variáveis utilizadas representavam o défice de energia entre a energia proveniente da central solar e a energia da rede, sendo que esta energia pode variar pela designação das horas da rede:

- (1) Horas de Ponta;
- (2) Horas Cheias;

(3) Horas Vazio Normal;

(4) Horas Super Vazio;

As variáveis podem variar de 0% a 100%, sendo que 0% representa não consumir energia da rede e os 100% representam consumir a quantidade necessária de energia que a central solar não consegue satisfazer. Como a fórmula apresentada do LCOH está diretamente relacionada com os custos apresentados anteriormente e a produção de hidrogénio, a implementação da ferramenta no modelo permitiu minimizar o LCOH. Depois de apresentadas as variáveis de otimização do custo, foi possível aplicar a ferramenta definindo também as restrições, onde as horas definidas anteriormente não podem ser superiores a 100%. Para além da ferramenta utilizada, a escolha do método de resolução da minimização foi o método *GRG Nonlinear* por ser um método utilizado em funções não lineares (Figura 4.10).

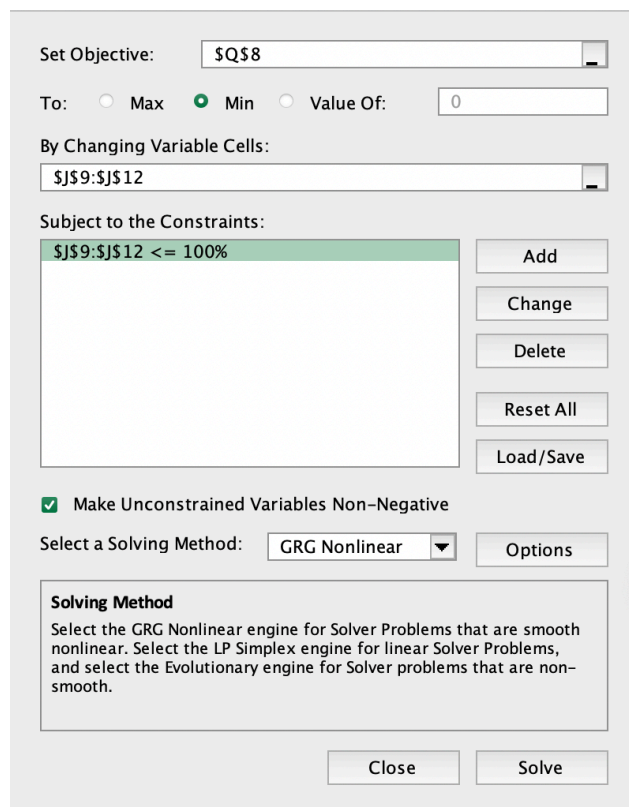


Figura 4.10 - Ferramenta Solver utilizada na otimização do LCOH (Autor, 2021)

Através do método de resolução, a ferramenta calculou os valores das variáveis de minimização do LCOH, que estão representados na tabela 4.23.

Tabela 4.23 - Valores das variáveis para minimização do LCOH através da ferramenta *Solver* (Autor, 2021)

Variáveis	Consumo do déficit de energia
Horas de Ponta	0%
Horas Cheias	0%
Horas Vazio Normal	100%
Horas Super Vazio	100%

Assim, a partir da tabela 4.23 é possível afirmar que, para obter a minimização do LCOH, o eletrolisador não poderá consumir energia da rede nas horas de ponta e nas horas cheias. Apenas poderá consumir energia da rede em horas vazio normal e horas super vazio. Como o objetivo anterior era calcular o LCOH para um fator de utilização do eletrolisador de 100%, com a aplicação da ferramenta de otimização (Figura 4.10) foi possível minimizar o custo do hidrogênio, alcançando uma redução do LCOH de cerca de 13,2%. Desta forma, o fator de utilização do eletrolisador passou de 100% para 71%, o que implica uma menor produção de hidrogênio.

Para conseguir uma minimização do LCOH mais próxima do valor ótimo, o investigador acrescentou mais variáveis, sendo que essas variáveis tinham em consideração a variação de 0%-100% nas horas mencionadas e ainda uma variação mensal (tabela 4.24).

Tabela 4.24 - Variáveis utilizadas para minimizar o LCOH (Autor, 2021)

Meses	Horas de Ponta	Horas Cheias	Horas Vazio	Horas Super Vazio
Janeiro	0%	0%	100%	100%
Fevereiro	0%	0%	100%	100%
Março	0%	0%	100%	100%
Abril	0%	0%	100%	100%
Maio	0%	0%	100%	100%
Junho	0%	0%	100%	100%
Julho	0%	0%	100%	100%
Agosto	0%	0%	100%	100%
Setembro	0%	0%	100%	100%
Outubro	0%	0%	100%	100%
Novembro	0%	0%	100%	100%
Dezembro	0%	0%	100%	100%

Desta forma, foi acrescentado ao cálculo da minimização do custo 48 variáveis. O resultado obtido não variou sendo que a redução do LCOH permaneceu a mesma. Isto pode significar que a minimização poderá estar próxima do valor ótimo.

4.4.4. Pós implementação

Depois das ações implementadas na Fase 2, o investigador reuniu os fatores mais importantes relativos ao custo do hidrogénio. Desta forma, o projeto ganhou uma dinâmica diferente na perspectiva de análise de custo/benefício. Os resultados obtidos após a implementação das ações foram discutidos na direção e com isto foi alcançado um nível superior de conhecimento. A fase 2 permitiu ainda identificar possíveis oportunidades para diminuir o LCOH, como o caso da possível venda do oxigénio e também o caso de minimização entre os custos, otimizando o fator de utilização do eletrolisador. Desta forma, o modelo desenvolvido permitiu dinamizar a sensibilidade dos principais custos do hidrogénio obtido através da eletrólise.

4.5. Fase 3 – Análise do plano de negócio do projeto C

Este projeto – produção de Diesel Verde - encontrava-se numa fase bastante avançada, com conhecimento sólido sobre os principais custos. O plano de negócios estava em fase de acabamento sendo que era necessário ainda uma avaliação geral do mesmo para analisar a sua rentabilidade. Esta avaliação é necessária para entender a sensibilidade do plano de negócios e também o comportamento do preço do hidrogénio no projeto.

Assim, foi feita uma análise profunda ao plano de negócios, sendo que os valores não são divulgados por questões de confidencialidade.

A implementação de projetos de larga escala na empresa, tem necessariamente que cumprir alguns parâmetros. Em reunião com o departamento financeiro da empresa, o investigador determinou o valor dos parâmetros, a fim de elaborar uma análise de sensibilidade. Para a aprovação dos projetos e em conjunto com o departamento financeiro é necessário que estes cumpram pelo menos três dos parâmetros descritos na tabela 4.25.

Tabela 4.25 - Critérios de validação do projeto C (Autor, 2021)

Nome	Designação	Critério
Valor anual líquido	VAL	$> 1,5 * Investimento$
Taxa Interna de Retorno	TIR	$> 13\%$
Payback	P	$< 7 Anos$
Tesouraria	T	> 0

O plano de negócios, elaborado pela organização, tinha fatores que influenciavam os critérios da tabela anterior. Esses fatores foram são o custo da matéria prima, mais precisamente o preço de compra dos óleos alimentares usados (UCOs), o investimento do projeto, o preço de venda do diesel verde produzido. Reconhecida a sensibilidade dos fatores, reuniu-se os critérios e elaborou-se três cenários que estudam a sensibilidade do plano de negócios (projeto). A fim de perceber também o impacto do hidrogénio no projeto, foram elaborados cenários, onde se analisa o preço do hidrogénio face aos critérios de aprovação do projeto assinalados anteriormente. Estes cenários são descritos como:

- Cenário 1 – Variação do preço dos UCOs vs. Variação do preço de venda do *Diesel Verde*;
- Cenário 2 – Variação do preço do investimento vs. Variação do preço de venda do diesel verde;
- Cenário 3 – Variação do custo do hidrogénio.

4.5.1. Cenário 1

A tabela 4.26 representa a variação do custo dos UCOs e do preço de venda do *diesel verde*. Em cada linha é apresentada a variação e cada critério sendo que por questões de confidencialidade os valores calculados não podem ser divulgados e estão apresentados com a letra C.

Tabela 4.26 - Influência do preço dos UCOs na aprovação dos critérios (Autor, 2021)

		Green Diesel Price							
		85%	90%	95%	100%	105%	110%	115%	
VAL	UCO Price	85%	C	C	C	C	C	C	C
TIR			C	C	C	C	C	C	C
P			C	C	C	C	C	C	C
VAL		90%	C	C	C	C	C	C	C
TIR			C	C	C	C	C	C	C
P			C	C	C	C	C	C	C
VAL		95%	C	C	C	C	C	C	C
TIR			C	C	C	C	C	C	C
P			C	C	C	C	C	C	C
VAL		100%	C	C	C	C	C	C	C
TIR			C	C	C	C	C	C	C
P			C	C	C	C	C	C	C
VAL		105%	C	C	C	C	C	C	C
TIR			C	C	C	C	C	C	C
P			C	C	C	C	C	C	C
VAL		110%	C	C	C	C	C	C	C
TIR			C	C	C	C	C	C	C
P			C	C	C	C	C	C	C
VAL	115%	C	C	C	C	C	C	C	
TIR		C	C	C	C	C	C	C	
P		C	C	C	C	C	C	C	

O plano de negócios é bastante robusto, sendo que ao variar o custo dos UCOs, os critérios para aprovação do projeto são cumpridos em determinadas variações. A tabela 4.27 simplifica a viabilidade do projeto.

Tabela 4.27 - Resumo de aprovação do projeto (Autor, 2021)

		Green Diesel Price							
		85%	90%	95%	100%	105%	110%	115%	
UCO Price	85%	C	C	C	C	C	C	C	
	90%	C	C	C	C	C	C	C	
	95%	C	C	C	C	C	C	C	
	100%	C	C	C	C	C	C	C	
	105%	C	C	C	C	C	C	C	
	110%	C	C	C	C	C	C	C	
	115%	C	C	C	C	C	C	C	

4.5.2. Cenário 2

Neste cenário a tabela 4.28 representa a relação do investimento e o preço de venda do *diesel* verde. A lógica utilizada para os critérios é igual sendo que os valores não podem ser apresentados por questões de confidencialidade (C).

Tabela 4.28 - Influência do Capex na aprovação dos critérios (Autor, 2021)

			Green Diesel Price						
			85%	90%	95%	100%	105%	110%	115%
VAL	Capex	85%	C	C	C	C	C	C	C
TIR			C	C	C	C	C	C	C
P			C	C	C	C	C	C	C
VAL		90%	C	C	C	C	C	C	C
TIR			C	C	C	C	C	C	C
P			C	C	C	C	C	C	C
VAL		95%	C	C	C	C	C	C	C
TIR			C	C	C	C	C	C	C
P			C	C	C	C	C	C	C
VAL		100%	C	C	C	C	C	C	C
TIR			C	C	C	C	C	C	C
P			C	C	C	C	C	C	C
VAL		105%	C	C	C	C	C	C	C
TIR			C	C	C	C	C	C	C
P			C	C	C	C	C	C	C
VAL		110%	C	C	C	C	C	C	C
TIR			C	C	C	C	C	C	C
P			C	C	C	C	C	C	C
VAL		115%	C	C	C	C	C	C	C
TIR			C	C	C	C	C	C	C
P			C	C	C	C	C	C	C

A tabela 4.29 representa o resumo dos critérios para aprovação do projeto. Assim, foi possível analisar a aprovação do projeto face à variação entre o investimento e o preço de venda do diesel verde.

Tabela 4.29 - Resumo da aprovação do projeto (Autor, 2021)

		Green Diesel Price						
		85%	90%	95%	100%	105%	110%	115%
Capex	85%	C	C	C	C	C	C	C
	90%	C	C	C	C	C	C	C
	95%	C	C	C	C	C	C	C
	100%	C	C	C	C	C	C	C
	105%	C	C	C	C	C	C	C
	110%	C	C	C	C	C	C	C
	115%	C	C	C	C	C	C	C

4.5.3. Cenário 3

O hidrogénio é utilizado na produção de diesel verde, no entanto, elaborou-se um quadro que representa a variação do custo de hidrogénio e o seu impacto para a validação do projeto.

A análise feita na tabela 4.30 pretendeu atender ao detalhe desta variação e ao impacto da variação do custo de hidrogénio em cada critério, sendo que por questões de confidencialidade (C) não foi possível divulgar os valores.

Tabela 4.30 - Influência da variação do preço do hidrogénio na aprovação do projeto (Autor, 2021)

		VAL	TIR	P	T	Aprovação do projeto
Hidrogénio	50%	C	C	C	C	C
	100%	C	C	C	C	C
	150%	C	C	C	C	C
	200%	C	C	C	C	C
	250%	C	C	C	C	C
	300%	C	C	C	C	C
	350%	C	C	C	C	C

Segundo a análise feita na tabela 4.31, foi possível indicar a partir de que valor, o preço de compra do hidrogénio altera os critérios e a rentabilidade do projeto.

Tabela 4.31 - Influência do preço do hidrogénio nos critérios de aprovação do projeto (Autor, 2021)

		VAL	TIR	P	T
Hidrogénio	50%	C	C	C	C
	100%	C	C	C	C
	150%	C	C	C	C
	200%	C	C	C	C
	250%	C	C	C	C
	300%	C	C	C	C
	350%	C	C	C	C

5. CONCLUSÃO

Os projetos de transição energética fazem parte dos projetos mais importantes da empresa. Assim, este documento foi elaborado com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento destes mesmos projetos.

A elaboração de relatórios de progressão de clientes piloto de ECO Diesel permitiu reunir a informação das frotas dos clientes, dos seus consumos e acima de tudo identificar o impacto ambiental. Toda a automatização dos relatórios permitiu aumentar a interatividade entre os dados e o utilizador, mantendo a informação atualizada diariamente. Assim, é possível afirmar que os relatórios auxiliam a tomada de decisão do projeto e constituem uma importante ferramenta quer na partilha interna da evolução dos projetos piloto quer na partilha externa com grupos de trabalho nacionais e internacionais em que a equipa de ID&I da empresa participa.

O desenvolvimento de um modelo de custo de hidrogénio (LCOH) catapultou o conhecimento interno sobre os principais contribuidores para o custo final do hidrogénio verde, permitindo ganhar maior sensibilidade à produção de hidrogénio verde através da eletrólise da água. Assim, foi possível constatar que o preço do hidrogénio verde depende maioritariamente do custo da eletricidade renovável que lhe dá origem. O custo de investimento é outro fator importante, uma vez que apresenta um elevado impacto no custo final do hidrogénio. Por último, surge o oxigénio como potencial ponto de valor no LCOH. O oxigénio pode e deve ser considerado e, tal como demonstrado, o impacto da criação de uma cadeia de valor do oxigénio pode baixar o LCOH e alavancar projetos de transição energética onde este é aproveitado, com um impacto considerável no custo de produção de hidrogénio através da eletrólise.

A análise da rentabilidade do projeto de produção de diesel verde permitiu ganhar sensibilidade aos principais custos e definir os limites do projeto. Esta análise permitiu ainda verificar o cumprimento dos critérios de aprovação do projeto, identificados e propostos pelo investigador.

O desenvolvimento de projetos de transição energética na empresa em causa e nas empresas do setor energético é nos dias de hoje uma atividade que permite adquirir

conhecimentos sobre alternativas mais sustentáveis contribuindo para a descarbonização de vários setores da economia, nomeadamente o setor dos transportes.

O hidrogénio como forma de energia pode descarbonizar setores variados, poderá ser, em parte, uma alternativa ao gás natural e a economia do hidrogénio pode ser uma peça chave para o setor, para a empresa em causa e ainda para o país. Existe ainda um longo caminho a percorrer na investigação do hidrogénio como vetor energético, pois além de ser uma solução com baixas emissões de GEE, este necessita de ser economicamente viável para que a sua cadeia de valor seja desenvolvida. A eletrólise da água é uma tecnologia de obtenção do hidrogénio que apresenta eficiências consideráveis, mas que ainda assim podem ser desenvolvidas e melhoradas ao longo dos próximos anos.

O papel dos governos tem um enorme peso na decisão da economia do hidrogénio. O eletrolisador é extremamente dependente de energia elétrica, sendo que os apoios públicos financeiros, quer de investimento quer de utilização de energia elétrica para produção de hidrogénio, são necessários de forma a viabilizar, numa primeira fase, os projetos de hidrogénio verde. De acordo com o diário da república (Nº195, diretiva nº15/2020), o governo aprovou as tarifas de acesso às redes a aplicar ao autoconsumo de energia elétrica através da rede elétrica de serviço público (RESP) aplicáveis a projetos que beneficiem da isenção dos encargos correspondentes aos custos de interesse económico geral (CIEG). Esta isenção pode ser de 50% ou 100% dos CIEG, o que implica uma redução elevada do custo das tarifas de acesso à rede. Se este tipo de apoios fosse possível para projetos de hidrogénio verde, a redução do custo de produção do hidrogénio seria bastante elevada, como demonstrado na Fase 2. É importante, no entanto, que a economia do hidrogénio se desenvolva de forma sustentada e que não se torne subsídio-dependente.

5.1. Limitações

O projeto prático desenvolvido envolveu algumas limitações, sobretudo nas fases 2 e 3 do trabalho desenvolvido. O facto de o hidrogénio verde ser uma energia emergente faz com que existam poucos estudos sobre a produção do mesmo em larga escala. O cálculo do custo foi desafiante, mas relativamente a pontos mais técnicos, existia pouca informação sobre os custos de produção aplicadas à tecnologia escolhida pela empresa.

Para além disso, o oxigénio considerado envolvia o preço base por unidade de massa sendo que além deste existem outros custos associados como custos de investimento para purificação do mesmo que não foi possível contabilizar, pois os tecnólogos contactados estão muito focados na otimização da produção e purificação eficiente do hidrogénio. A minimização do LCOH foi possível através da ferramenta demonstrada (*Solver*) sendo que a implementação de uma ferramenta mais robusta não foi possível devido ao tempo de intervenção do investigador. Com a aplicação de uma ferramenta mais robusta é possível chegar a resultados com maior detalhe como o fator de utilização do eletrolisador. A ferramenta utilizada tinha um limite de 200 variáveis e devido à complexidade do problema apenas foi possível introduzir 48 variáveis, uma vez que o próximo patamar de variáveis a introduzir seria a avaliação anual (cerca de 8760 variáveis). O valor obtido poderá estar próximo do valor ótimo, sendo apenas é possível afirmá-lo como valor ótimo é necessário ter em conta todas as variáveis.

5.2. Propostas futuras

Nos projetos de transição energética onde a principal fonte é o hidrogénio, o modelo desenvolvido pretende simular o custo de hidrogénio alterando os valores iniciais pretendidos. Desta forma, uma proposta futura passa pelo desenvolvimento mais detalhado do modelo considerando a implementação de armazenamento de hidrogénio, sistemas de maior compressão de hidrogénio e sistemas de purificação de oxigénio. Outra proposta futura passa pela otimização do modelo LCOH, utilizando uma ferramenta mais robusta como, por exemplo, o CPLEX. Assim será possível garantir um valor ou ponto ótimo entre o consumo/custo da energia e a produção de hidrogénio, ou seja, focar no objetivo de minimizar o LCOH e desta forma otimizar o fator de utilização do eletrolisador.

REFERÊNCIAS

- Agência Portuguesa do Ambiente, 2019. Roteiro Para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050).
- APA, A. P. do A. (2021). *National Inventory Report Port.* 1–4.
- Autor, A. de P. (2021). *PRIO*. <https://www.prio.pt/pt/>
- Ball, M., & Wietschel, M. (2009). The future of hydrogen - opportunities and challenges. *International Journal of Hydrogen Energy*, *34*(2), 615–627. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2008.11.014>
- Bockris, J. O. M. (2013). The hydrogen economy: Its history. *International Journal of Hydrogen Energy*, *38*(6), 2579–2588. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2012.12.026>
- Bordeleau, F. E., Mosconi, E., & de Santa-Eulalia, L. A. (2020). Business intelligence and analytics value creation in Industry 4.0: a multiple case study in manufacturing medium enterprises. *Production Planning and Control*, *31*(2–3), 173–185. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1631458>
- Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data To Big Impact. *MIS Quarterly*, *36*(4), 1165–1188.
- Cullen, J. M., & Allwood, J. M. (2010). The efficient use of energy: Tracing the global flow of energy from fuel to service. *Energy Policy*, *38*(1), 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.08.054>
- Cullen, J. M., Allwood, J. M., & Borgstein, E. H. (2011). Reducing energy demand: What are the practical limits? *Environmental Science and Technology*, *45*(4), 1711–1718. <https://doi.org/10.1021/es102641n>
- Demirbas, A. (2009). Progress and recent trends in biodiesel fuels. *Energy Conversion and Management*, *50*(1), 14–34. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2008.09.001>
- DGEG. (2019). *DGEG*. <https://rea.apambiente.pt/content/produção-e-consumo-de-energia>
- Dincer, I., & Acar, C. (2014). Review and evaluation of hydrogen production methods for better sustainability. *International Journal of Hydrogen Energy*, *40*(34), 11094–11111. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.12.035>
- Edwards, P. P., Kuznetsov, V. L., & David, W. I. F. (2007). Hydrogen energy. *Philosophical*

- Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 365(1853), 1043–1056. <https://doi.org/10.1098/rsta.2006.1965>
- Emmanuel, I., & Stanier, C. (2016). Defining big data. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3010089.3010090>
- Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. (2021). *Estrutura Tarifária Do Setor Elétrico Em 2021*.
- Estevez, R., Aguado-Deblas, L., Bautista, F. M., Luna, D., Luna, C., Calero, J., Posadillo, A., & Romero, A. A. (2019). Biodiesel at the crossroads: A critical review. *Catalysts*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/catal9121033>
- Ferraris, A., Devalle, A., Ciampi, F., & Couturier, J. (2019). Are global R&D partnerships enough to increase a company's innovation performance? The role of search and integrative capacities. *Technological Forecasting and Social Change*, 149(March), 119750. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119750>
- Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M. D., Wagner, N., & Gorini, R. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 24(January), 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>
- Gopalkrishnan, V., Steier, D., Lewis, H., & Guszczka, J. (2012). Big data, big business: Bridging the gap. *Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 7–11. <https://doi.org/10.1145/2351316.2351318>
- Gtk, S. (2014). *Responsible Innovation and R & D & I Controlling*. 101–119.
- Hoekman, S. K., Broch, A., Robbins, C., Cenicerros, E., & Natarajan, M. (2012). Review of biodiesel composition, properties, and specifications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 143–169. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.143>
- Holladay, J. D., Hu, J., King, D. L., & Wang, Y. (2009). An overview of hydrogen production technologies. *Catalysis Today*, 139(4), 244–260. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2008.08.039>
- Hyatali, N., & Pun, K. F. (2016). Aligning Project Quality and Risks into Business Processes: A Review of Challenges and Strategies. *The West Indian Journal of Engineering*, 38(2), 81–92.

- IRENA. (2018). Hydrogen From Renewable Power. */Publications/2018/Sep/Hydrogen-from-Renewable-Power, September, 20. /publications/2018/Sep/Hydrogen-from-renewable-power%0Awww.irena.org*
- Işık, Ö., Jones, M. C., & Sidorova, A. (2013). Business intelligence success: The roles of BI capabilities and decision environments. *Information and Management, 50(1)*, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.im.2012.12.001>
- Kakoulaki, G., Kougias, I., Taylor, N., Dolci, F., Moya, J., & Jäger-Waldau, A. (2021). Green hydrogen in Europe – A regional assessment: Substituting existing production with electrolysis powered by renewables. *Energy Conversion and Management, 228*(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.113649>
- Kato, T., Kubota, M., Kobayashi, N., & Suzuoki, Y. (2005). Effective utilization of by-product oxygen from electrolysis hydrogen production. *Energy, 30(14)*, 2580–2595. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2004.07.004>
- Lorenzi, G., Baptista, P., Venezia, B., Silva, C., & Santarelli, M. (2020). Use of waste vegetable oil for hydrotreated vegetable oil production with high-temperature electrolysis as hydrogen source. *Fuel, 278*(April). <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.117991>
- Lu, H., Guo, L., & Zhang, Y. (2019). Oil and gas companies' low-carbon emission transition to integrated energy companies. *Science of the Total Environment, 686*, 1202–1209. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.014>
- Lückmann, P., & Feldmann, C. (2017). Success Factors for Business Process Improvement Projects in Small and Medium Sized Enterprises - Empirical Evidence. *Procedia Computer Science, 121*, 439–445. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.059>
- Messenì Petruzzelli, A. (2019). Trading knowledge for status: Conceptualizing R&D alliance formation to achieve ambidexterity. *Technological Forecasting and Social Change, 145*(April), 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.001>
- Moreno Fernández-Villamil, J., & Hurtado De Mendoza Paniagua, A. (2018). *Preliminary design of the green diesel production process by hydrotreatment of vegetable oils.*
- Murray, M. L., Hugo Seymour, E., & Pimenta, R. (2007). Towards a hydrogen economy in Portugal. *International Journal of Hydrogen Energy, 32*(15 SPEC. ISS.), 3223–3229.

- <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2007.02.027>
- Papadis, E., & Tsatsaronis, G. (2020). Challenges in the decarbonization of the energy sector. *Energy*, *205*, 118025. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118025>
- Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., & Edwards, M. (2020). *JEC Well-To-Wheels report v5*. <https://doi.org/10.2760/100379>
- Rivard, E., Trudeau, M., & Zaghbi, K. (2019). Hydrogen storage for mobility: A review. *Materials*, *12*(12). <https://doi.org/10.3390/ma12121973>
- Sagar, A. D., & van der Zwaan, B. (2006). Technological innovation in the energy sector: R&D, deployment, and learning-by-doing. *Energy Policy*, *34*(17), 2601–2608. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.04.012>
- Salguero, J., Muñoz-Cauqui, M. C., Batista, M., Calvino, A., Aguayo, F., & Marcos, M. (2015). R&D&i Management System in Distributed Manufacturing Systems. *Procedia Engineering*, *132*, 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.479>
- Severo, E. A., De Guimarães, J. C. F., & Dellarmelin, M. L. (2021). Impact of the COVID-19 pandemic on environmental awareness, sustainable consumption and social responsibility: Evidence from generations in Brazil and Portugal. *Journal of Cleaner Production*, *286*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124947>
- Shojaeddini, E., Naimoli, S., Ladislav, S., & Bazilian, M. (2019). Oil and gas company strategies regarding the energy transition. *Progress in Energy*, *1*(1), 012001. <https://doi.org/10.1088/2516-1083/ab2503>
- Silva, C. M., Ferreira, A. F., & Bento, J. P. C. (2014). Impact of Hydrogen in the Road Transport Sector for Portugal 2010-2050. *Energy Procedia*, *58*, 207–214. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.430>
- Sousa, P., Tereso, A., Alves, A., & Gomes, L. (2018). Implementation of project management and lean production practices in a SME Portuguese innovation company. *Procedia Computer Science*, *138*, 867–874. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.113>
- Sovacool, B. K., & Griffiths, S. (2020). The cultural barriers to a low-carbon future: A review of six mobility and energy transitions across 28 countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *119*(June 2019), 109569.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109569>

United Nations. (2020). *Emissions Gap Report 2020*.

<https://www.unenvironment.org/interactive/emissions-gap-report/2019/>

Viktorsson, L., Heinonen, J. T., Skulason, J. B., & Unnthorsson, R. (2017). A step towards the hydrogen economy - A life cycle cost analysis of a hydrogen refueling station.

Energies, 10(6), 1–15. <https://doi.org/10.3390/en10060763>

Wong, S. L., Chang, Y., & Chia, W. M. (2013). Energy consumption, energy R&D and real GDP in OECD countries with and without oil reserves. *Energy Economics*, 40, 51–60.

<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.05.024>

Zbrodoff, S. (2012). Pilot Projects—Making Innovations and New Concepts Fly. Paper presented at PMI® Global Congress 2012—EMEA, Marsailles, France. Newtown Square, PA: Project Management Institute.

Anexos

CLIENTE	MATRÍCULA	TIPO DE VEÍCULO	MARCA	MODELO	ANO	PRIMEIRO ABASTECIMENTO ECODIESEL	NI
		Passenger Car	BMW	Serie 7		31/10/2019	
		Passenger Car	Mitsubishi	Colt VI		03/10/2019	
		Passenger Car	Renault	Megane		20/07/2019	
		Passenger Car	Kia	Rio		09/08/2019	
		Passenger Car	Kia	Rio		17/07/2019	
		Passenger Car	Kia	Rio		02/09/2019	
		Passenger Car	Kia	Rio		12/07/2019	
		Passenger Car	Kia	Rio		14/07/2019	
		Passenger Car	Toyota	Yaris		15/07/2019	
		Passenger Car	Toyota	Yaris		17/12/2019	
		Passenger Car	Toyota	Yaris		22/07/2019	
		Passenger Car	Toyota	Yaris		18/07/2019	
		Passenger Car	Toyota	Yaris		12/07/2019	
		Passenger Car	Kia	Rio		23/07/2019	
		Passenger Car	Kia	Rio		15/07/2019	
		Passenger Car	Audi	TT		15/07/2019	
		Passenger Car	Kia	Rio		13/07/2019	
		Passenger Car	Kia	Rio		11/07/2019	
		Passenger Car	Kia	Ceed		16/07/2019	
		Passenger Car	Volkswagen	Polo		19/07/2019	
		Passenger Car	Renault	Megane		12/07/2019	
		Truck	Renault	FH 38		12/02/2019	
		Truck	Renault	Premium		11/01/2019	
		Truck	Volvo	FH 12-37		15/01/2019	
		Truck	DAF	LF 320 FA		02/04/2020	
		Truck	DAF	LF 320 FA		01/04/2020	
		Truck	DAF	LF 230 FA		03/04/2020	
		Truck	DAF	LF 230 FA		02/04/2020	
		Truck	DAF	LF 230 FA		19/03/2020	

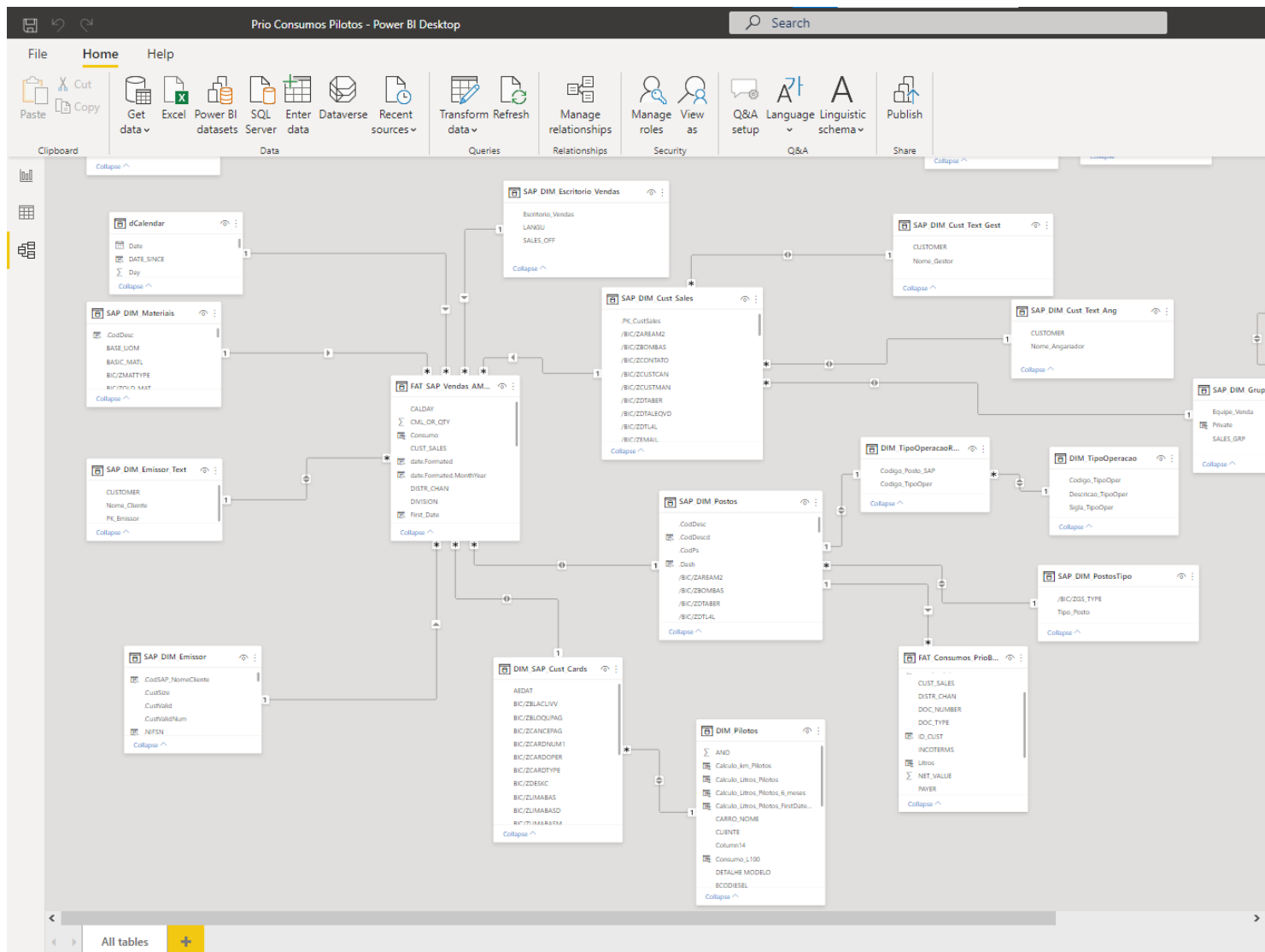
Anexo 1 - Base de Dados Clientes Piloto (Autor, 2021)

Data fix. preço	Centro de lucro	Centro	Pagador	Nº identificação fis	Material	Tipo de document		Ar
17/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
18/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
19/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
19/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZOTP	Vendas Credito post	M
20/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
21/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
22/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
23/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
24/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
25/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
26/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
27/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLD	Devol. Postos Interf	N
27/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
28/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
29/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
30/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
31/12/2018	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
01/01/2019	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
02/01/2019	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N
03/01/2019	PA 077 A25 AVEIRO PRAIAS	PA A25 Aveiro - Praias			ECO DIESE	ZNLM	Nota Lançto Interf	N

Anexo 2 - Base de Dados consumos gerais (Autor, 2021)

Plnt	Doc. Date	Car des	Material	Description	Order Quantity	SU	Net value	Curr.	KMS	Sales Doc.	Job ID	Sold-to pt	Name 1
P811	01/01/2018		0350000343	TOP DIESEL		L		EUR	0	1113028361	76976588	118674	
P019	01/01/2018		0350000343	TOP DIESEL		L		EUR	157866	1113028362	76976653	119242	
P032	01/01/2018		0350000343	TOP DIESEL		L		EUR	0000	1113028363	76976673	119336	
P817	01/01/2018		0350000343	TOP DIESEL		L		EUR	0	1113028368	76976964	117039	
P026	01/01/2018		0350000343	TOP DIESEL		L		EUR	000000	1113028369	76977029	118236	
P824	01/01/2018		0350000343	TOP DIESEL		L		EUR	0	1113028370	76977076	119336	
P551	01/01/2018		0350000007	GASOLEO RODOVIARIO		L		EUR	0000000	1113028371	76977326	118391	
P802	01/01/2018		0350000007	GASOLEO RODOVIARIO		L		EUR	0	1113028374	76977374	118835	
P201	01/01/2018		0350000007	GASOLEO RODOVIARIO		L		EUR	0324480	1113028376	76977539	117610	
P801	01/01/2018		0350000343	TOP DIESEL		L		EUR	0	1113028377	76977555	119143	
P065	01/01/2018		0350000343	TOP DIESEL		L		EUR	26000	1113028378	76977635	118770	
P806	01/01/2018		0350000343	TOP DIESEL		L		EUR	543952	1113028381	76977765	119867	
P070	01/01/2018		0350000007	GASOLEO RODOVIARIO		L		EUR	0	1113028383	76978035	117397	
P031	01/01/2018		0350000007	GASOLEO RODOVIARIO		L		EUR	0	1113028384	76978062	117393	
P034	01/01/2018		0350000010	GASOLINA 95		L		EUR	4544	1113028386	76978118	118391	
P551	01/01/2018		0350000343	TOP DIESEL		L		EUR	0019900	1113028389	76978315	118893	
P026	01/01/2018		0350000343	TOP DIESEL		L		EUR	162035	1113028390	76978406	116645	
P026	01/01/2018		0350000343	TOP DIESEL		L		EUR	23955	1113028393	76978562	116008	
P026	01/01/2018		0350000007	GASOLEO RODOVIARIO		L		EUR	100000	1113028394	76978560	118502	

Anexo 3 - Base de datos consumo por matrícula (Autor, 2021)



Anexo 4 - Modelo Power BI (Autor, 2021)

LAST UPDATE: 01/02/2021

ECO DIESEL



PRIO ENERGY, S.A.

ECO PARTNER SINCE: 15/04/2019

CUSTOMER TYPE

Fleet Card

ECO VOLUME (L)



TOTAL VOLUME: **4K**
TOTAL KM: **72K**

ECO CENTER



FLEET



29 **0** **0**

FLEET LIST

BRAND	MODEL	YEAR	CARS
Audi	A4 Avant	2015	1
BMW	X2		1
Ford	Fiesta	2012	2
Ford	Focus		1
Ford	Focus	2014	2
Ford	Focus	2018	3
Ford	Mondeo	2015	2
Mercedes	Classe E		1
Mercedes	Classe E	2016	1
Opel	Insignia		1
Renault	Clio		1

ENVIRONMENTAL IMPACT - ton CO₂ eq

B7 vs B15



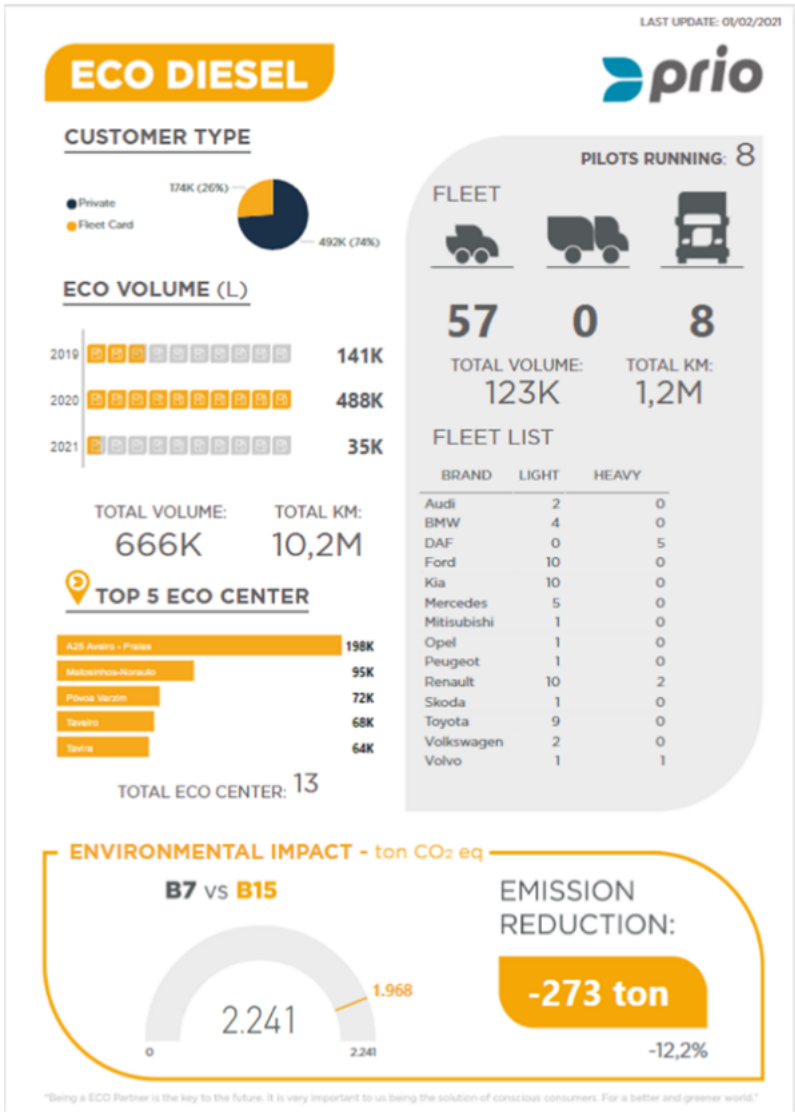
EMISSION REDUCTION:

-2 ton

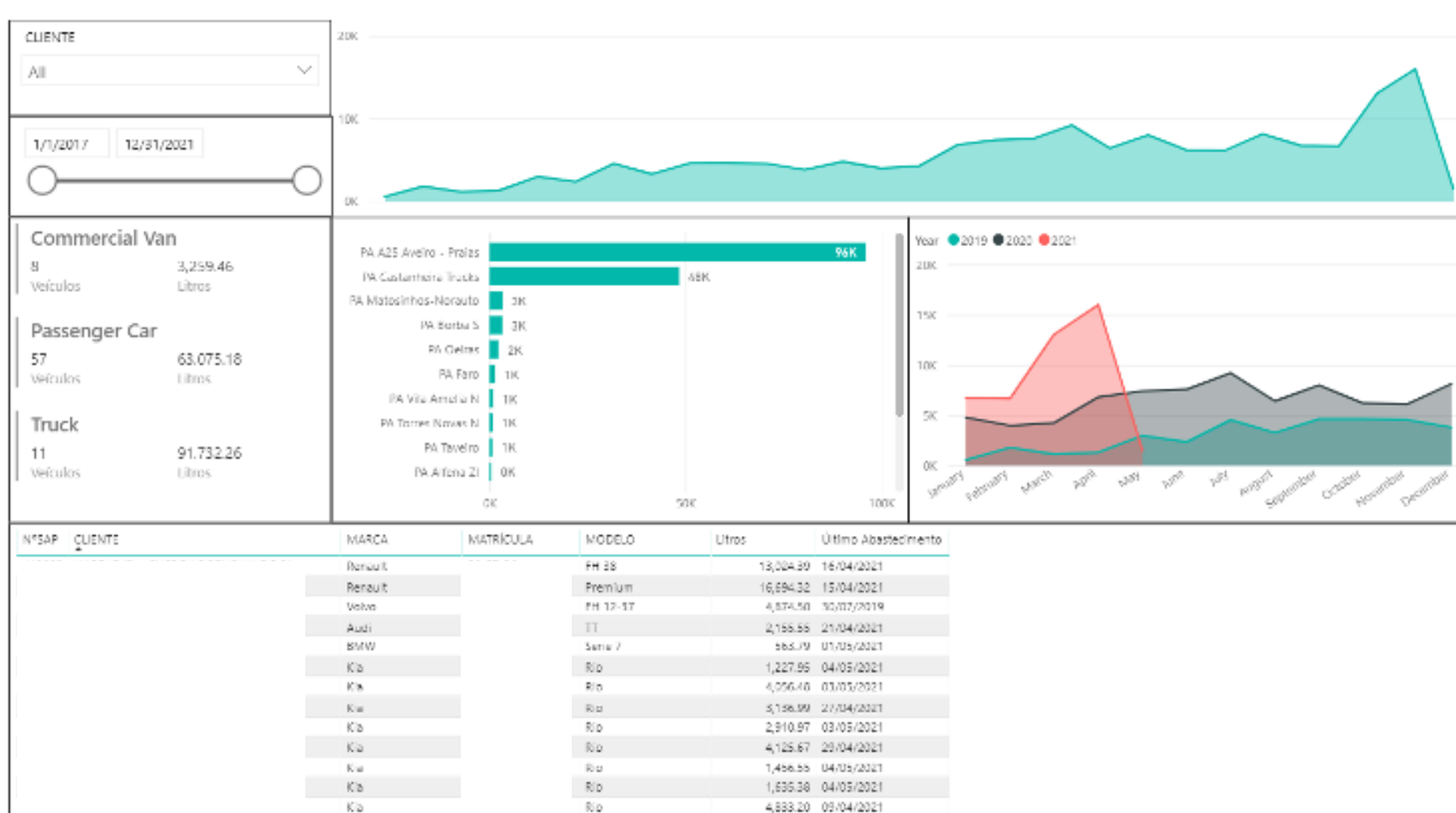
-12,2%

"Being a ECO Partner is the key to the future. It is very important to us being the solution of conscious consumers. For a better and greener world!"

Anexo 5 –Folha Individual (Autor, 2021)



Anexo 6 – Folha Geral (Autor, 2021)



Anexo 7 – Folha de Gestão Interna (Autor, 2021)