



JOÃO MIGUEL PEREIRA ALVES

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

ELETRIFICAÇÃO DE UMA FROTA NO SETOR DOS SERVIÇOS DE MOBILIDADE ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO CICLO PDCA

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa

Março, 2022



Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Ana Paula Ferreira Barroso
Professora Auxiliar
Nova School of Science and Technology da
Universidade NOVA de Lisboa

Universidade NOVA de Lisboa
Março, 2022

Eletrificação de uma Frota no Setor dos Serviços de Mobilidade Através da Aplicação do Ciclo PDCA

Copyright © João Miguel Pereira Alves, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Concluída esta etapa, deixo aqui o meu profundo agradecimento àqueles que contribuíram para a realização deste projeto e que marcaram de alguma forma o meu crescimento ao longo deste percurso académico.

Agradeço à Professora Ana Paula Barroso, por todo o apoio demonstrado, pela grande disponibilidade, pela orientação e todas as sugestões e conselhos transmitidos ao longo desta dissertação.

Ao Engenheiro Luís Prazeres e a toda a equipa do departamento de gestão de frota, pela amizade, pelos ensinamentos recebidos, pela confiança e pela oportunidade de trabalhar com tamanhos profissionais

Agradeço ainda aos meus amigos, que foram sem dúvida uma fonte de ajuda, alegria e boa disposição tornando sempre mais fácil este percurso que agora termina.

Por fim, o mais profundo agradecimento vai para os meus pais, irmão e avós por todo o apoio que sempre demonstraram. Agradeço todos os sacrifícios, colinhos e palavras de incentivo. Acima de tudo, agradeço por sempre acreditarem em mim, ainda antes de eu acreditar.

*“Se eu tivesse perguntado às pessoas o que queriam,
ter-me-iam dito que era um cavalo mais rápido.”
(Henry Ford)*

RESUMO

A sustentabilidade é assumida nos dias de hoje como um marco na orientação estratégica das organizações. No que diz respeito a frotas corporativas, a quantidade de emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) produzidas e a dependência de combustíveis fósseis são fatores que há muito preocupam os seus gestores. Dado o impacto que o setor dos transportes tem na pegada ecológica mundial, a generalidade dos governos tem vindo a promover, através de diversos incentivos, soluções de mobilidade de baixas emissões, como a eletrificação de veículos.

A presente dissertação, foi desenvolvida no departamento de Gestão de Frota do grupo Brisa. Dada a novidade da tecnologia elétrica e as barreiras que lhe são apontadas, nomeadamente, as autonomias reduzidas, o tempo necessário ao carregamento do veículo e o número de pontos de carga disponíveis, o objetivo desta dissertação é reduzir a quantidade de emissões de GEE libertadas pela frota corporativa do grupo Brisa e a redução dos respetivos custos de mobilidade. Para o efeito, foi definida uma metodologia de atuação para a eletrificação de veículos, tendo sido aplicada a um segmento dos nove segmentos de frota existentes, de modo a recolher o *know-how* para, no futuro e a par com os avanços tecnológicos, se proceder à expansão deste conceito de mobilidade à totalidade da frota.

A metodologia proposta tem por base uma filosofia de melhoria contínua, implementada gradualmente de acordo com o ciclo PDCA. O primeiro passo categoriza e identifica o segmento de frota com necessidades operacionais passíveis de serem satisfeitas pelas soluções elétricas vigentes no mercado. Depois, o estudo foca-se no dimensionamento e aquisição de uma infraestrutura interna dedicada ao carregamento dos veículos deste segmento e necessidades de recolha de informação sobre os respetivos consumos. Por último, são implementadas as soluções propostas, seguidas de um período de recolha e análise de dados e discussão dos resultados.

Foram eletrificados 23 veículos, para os quais e durante o período em análise se verificou uma redução em cerca de 65% na quantidade de emissões de GEE produzidas, acompanhada de uma redução em 60% dos custos de mobilidade.

Palavras chave: Sustentabilidade; Frota Corporativa; Emissões de GEE; Eletrificação de Veículos; Custos de Mobilidade; Melhoria Contínua; Ciclo PDCA.

ABSTRACT

Nowadays, sustainability is assumed as a milestone in the strategic orientation of organizations. As far as corporate fleets are concerned, the amount of Greenhouse Gas (GHG) emissions produced and the dependence on fossil fuels have long been factors that have worried their managers. Given the impact that the transport sector has on the global ecological footprint, most governments have been promoting, through various incentives, low emission mobility solutions, such as electric mobility.

This dissertation was developed in the Fleet Management department of Brisa Group. Given the newness of the electric technology and the barriers that are pointed out to it, namely, the reduced autonomies, the time needed to charge the vehicle and the number of available charge points, the goal of this dissertation is to reduce the amount of GHG emissions released by the corporate fleet of Brisa Group and the respective mobility costs. For this purpose, a methodology of action for vehicle electrification was defined, having been applied to a segment of the nine existing fleet segments, to gather know-how so that, in the future and in line with technological advances, this mobility concept may be extended to the whole fleet.

The proposed methodology is based on a philosophy of continuous improvement, implemented gradually according to the PDCA cycle. The first step categorizes and identifies the fleet segment with operational needs that can be met by electric solutions currently on the market. Then, the study focuses on the sizing and acquisition of an internal infrastructure dedicated to charging the vehicles of this segment and needs to collect information on their consumption. Finally, the proposed solutions are implemented, followed by a data collection and analysis period and results discussion.

A total of 23 vehicles were electrified, for which, during the period under analysis, there was a 65% reduction in the amount of GHG emissions produced, accompanied by a 60% reduction in mobility costs.

Keywords: Sustainability; Corporate Fleet; GHG Emissions; Electric Mobility; Mobility Costs; Continuous Improvement; PDCA Cycle.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	CONTEXTO E MOTIVAÇÃO	1
1.2.	OBJETIVO E PROBLEMAS.....	2
1.3.	METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO.....	2
1.4.	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	4
2.	MOBILIDADE ELÉTRICA E MELHORIA CONTÍNUA	5
2.1.	MOBILIDADE ELÉTRICA	5
2.1.1.	<i>Setor dos transportes em Portugal.....</i>	<i>5</i>
2.1.2.	<i>Políticas e incentivos governamentais</i>	<i>6</i>
2.1.3.	<i>Infraestrutura para mobilidade elétrica</i>	<i>7</i>
2.1.4.	<i>Dimensionamento da infraestrutura para mobilidade elétrica</i>	<i>9</i>
2.1.5.	<i>Cadeia de valor da mobilidade elétrica</i>	<i>11</i>
2.1.6.	<i>Rede Mobi.e</i>	<i>12</i>
2.2.	MELHORIA CONTÍNUA	13
2.2.1.	<i>Fatores de sucesso</i>	<i>14</i>
2.2.2.	<i>Metodologia Kaizen</i>	<i>15</i>
2.3.	CICLO PDCA.....	16
2.4.	FERRAMENTAS.....	17
2.4.1.	<i>Brainstorming e brainwritting</i>	<i>17</i>
2.4.2.	<i>Análise SWOT</i>	<i>18</i>
2.4.3.	<i>Project Charter</i>	<i>20</i>
2.4.4.	<i>Matriz de risco.....</i>	<i>22</i>
2.4.5.	<i>Diagrama Critical To Quality</i>	<i>24</i>
2.4.6.	<i>Force Field Analysis</i>	<i>24</i>
2.4.7.	<i>Gráfico de Gantt</i>	<i>26</i>
2.4.8.	<i>SIPOC</i>	<i>27</i>
2.4.9.	<i>Gemba Walk.....</i>	<i>29</i>
2.4.10.	<i>Matriz de decisão</i>	<i>30</i>
2.5.	SÍNTESE DO CAPÍTULO	31
3.	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	33
3.1.	O GRUPO BRISA.....	33
3.2.	FROTA BRISA.....	35
3.2.1.	<i>Modelo de aquisição e categoria de veículos.....</i>	<i>36</i>
3.2.2.	<i>Atividades desenvolvidas pelo departamento de GF</i>	<i>37</i>

3.2.3.	<i>Compromisso com a transição energética</i>	38
3.3.	CARACTERIZAÇÃO DA EQUIPA DO PROJETO	39
3.4.	SÍNTESE DO CAPÍTULO	39
4.	METODOLOGIA DE ELETRIFICAÇÃO DE VEÍCULOS	41
4.1.	A RAZÃO DO CICLO PDCA	41
4.2.	FASE "PLAN" DO CICLO PDCA	42
4.2.1.	<i>Definição do problema, objetivo e limites do projeto</i>	43
4.2.2.	<i>Análise de Stakeholders e respetivas necessidades</i>	44
4.2.3.	<i>Análise de risco</i>	46
4.2.4.	<i>Mapeamento de processos de alto nível</i>	47
4.2.5.	<i>Calendarização e atribuição de tarefas</i>	49
4.3.	FASE "DO" DO CICLO PDCA	50
4.3.1.	<i>Selecionar e recolher dados</i>	51
4.3.2.	<i>Identificar o segmento de frota a eletrificar</i>	52
4.3.3.	<i>Identificar os veículos a eletrificar</i>	54
4.3.4.	<i>Dimensionar a infraestrutura de carregamento interna</i>	55
4.3.5.	<i>Selecionar o Sistema de Gestão de Carregamentos</i>	59
4.4.	FASE "CHECK" DO CICLO PDCA	62
4.4.1.	<i>Custo de mobilidade</i>	64
4.4.2.	<i>Quantidade de emissões de GEE geradas</i>	66
4.4.3.	<i>Ocorrências por falta de autonomia do VEB</i>	67
4.4.4.	<i>Degradação da autonomia do VEB</i>	68
4.5.	FASE "ACT" DO CICLO PDCA	70
4.5.1.	<i>Extensão da metodologia a outros segmentos de frota</i>	71
4.5.2.	<i>Formação dos utilizadores de VEBs</i>	71
4.5.3.	<i>Aquisição de VEBs com maior autonomia</i>	71
4.6.	SÍNTESE DO CAPÍTULO	72
5.	CONCLUSÃO	75
5.1.	CONCLUSÕES GERAIS	75
5.2.	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	76
5.3.	PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	77
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
	ANEXO A: PROJECT CHARTER ATUALIZADO	89
	ANEXO B: DIAGRAMA DE GANTT	91
	ANEXO C: TABELA DE AGREGAÇÕES DE PORTAGEM	93
	ANEXO D: MODELO DE VIABILIDADE ECONÓMICA	95

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - TIPOS DE TOMADAS DE CARREGAMENTO DE VES.....	10
FIGURA 2.2 - CADEIA DE VALOR DA MOBILIDADE ELÉTRICA	11
FIGURA 2.3 - INTERAÇÃO DA MOBLE COM OS DIFERENTES PARTICIPANTES DA CADEIA DE VALOR DA MOBILIDADE ELÉTRICA EM PORTUGAL	13
FIGURA 2.4 - CICLO PDCA.....	17
FIGURA 2.5 - ANÁLISE SWOT	19
FIGURA 2.6 - MATRIZ DE RISCO QUALITATIVA	23
FIGURA 2.7 - MATRIZ DE RISCO QUANTITATIVA	23
FIGURA 2.8 - <i>FORCE FIELD ANALYSIS</i>	25
FIGURA 2.9 - GRÁFICO DE GANTT.....	27
FIGURA 2.10 - MAPEAMENTO DE ALTO NÍVEL SIPOC.....	29
FIGURA 2.11 - MATRIZ DE DECISÃO	30
FIGURA 3.1 - CARRINHAS DA ASSISTÊNCIA RODOVIÁRIA.....	34
FIGURA 3.2 - OPERAÇÃO DE COBRANÇA DE PORTAGENS NA DÉCADA DE 80 DO SÉCULO XX	34
FIGURA 3.3 - CENTRO DE COORDENAÇÃO OPERACIONAL.....	35
FIGURA 3.4 - CATEGORIZAÇÃO DA FROTA DO GRUPO BRISA.....	36
FIGURA 4.1 - PASSOS E FERRAMENTAS DO "PLAN"	42
FIGURA 4.2 - ANÁLISE SWOT DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA DA FROTA DO GRUPO BRISA	43
FIGURA 4.3 - DIAGRAMA <i>CRITICAL To QUALITY</i> E RESPECTIVOS CTQS.....	44
FIGURA 4.4 - DIAGRAMA DE FORÇAS PARA COMPARAÇÃO DOS CTQS IDENTIFICADOS.....	45
FIGURA 4.5 - MATRIZ DE RISCO PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA DA FROTA DO GRUPO BRISA	46
FIGURA 4.6 - MAPA SIPOC DO PROJETO.....	49
FIGURA 4.7 - PASSOS E FERRAMENTAS DO "Do".....	51
FIGURA 4.8 - NÚMERO MÉDIO DE QUILOMETROS PERCORRIDOS DIARIAMENTE PELOS VEÍCULOS DE CADA SEGMENTO DE FROTA.....	52
FIGURA 4.9 - MATRIZ DE CONFORMIDADE DOS SEGMENTOS DE FROTA COM OS CRITÉRIOS DE ELETRIFICAÇÃO	54
FIGURA 4.10 - MODELOS DE PCVEs.....	56
FIGURA 4.11 - MATRIZ DE DECISÃO DO MODELO DE PCVEs A UTILIZAR	56
FIGURA 4.12 - CUSTOS ACUMULADOS EM CADA UM DOS MODELOS AO LONGO DO HORIZONTE TEMPORAL ...	59
FIGURA 4.13 - MATRIZ DE DECISÃO PARA A ESCOLHA DO SGC	62
FIGURA 4.14 - PASSOS E FERRAMENTAS DO "CHECK"	63
FIGURA 4.15 - FLUXO DE INFORMAÇÃO DAS TRANSAÇÕES ASSOCIADAS À MOBILIDADE ELÉTRICA	64
FIGURA 4.16 - CUSTO DE MOBILIDADE POR CADA 100 KM PERCORRIDOS	65
FIGURA 4.17 - EMISSÕES DE CO ₂ ESTIMADAS NUM ANO	67
FIGURA 4.18 - ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE FALTA DE AUTONOMIA PELA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA 5 PORQUÊS.....	68
FIGURA 4.19 - PASSOS E FERRAMENTAS DO "ACT"	70

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 2.1 - CARACTERÍSTICAS DOS VE MAIS VENDIDOS NA UE, EM 2019	8
TABELA 2.2 - CARACTERÍSTICAS DOS DIFERENTES POSTOS DE CARREGAMENTO DE VES	10
TABELA 2.3 - DESCRIÇÃO DOS PARTICIPANTES NA CADEIA DA MOBILIDADE ELÉTRICA	12
TABELA 4.1 - DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS FATORES DE RISCO	46
TABELA 4.2 - ANÁLISE DOS TRÊS FATORES DE ELETRIFICAÇÃO DEFINIDOS POR SEGMENTO DE FROTA	53
TABELA 4.3 - AUTONOMIAS OBTIDAS PELO MESMO CONDUTOR NA REALIZAÇÃO DE TESTES EM 5 PERCURSOS DE AUTOESTRADA DIFERENTES.....	55
TABELA 4.4 - DEGRADAÇÃO MÁXIMA DA AUTONOMIA VERIFICADA EM CADA VEB DURANTE O PERÍODO DE ANÁLISE	69

SIGLAS E ACRÓNIMOS

ABC - Academia Brisa Condução
AC - Corrente Alternada
CCO - Criação do Centro de Coordenação Operacional
CEME - Comercializador de Eletricidade para a Mobilidade Elétrica
CL - Carregamento Lento
CTQ - *Critical to Quality* – Característica Crítica da Qualidade
DC - Corrente Contínua
EGME - Entidade Gestora da Rede de Mobilidade Elétrica
UE - União Europeia
EUA - Estados Unidos da América
FCC - Fator de Conversão de Combustível
FCE - Fator de Conversão de Eletricidade
GEE - Gases com Efeito de Estufa
GF - Gestão de Frota
GNR BT - Brigada de Trânsito da Guarda Nacional Republicana
IUC - Imposto Único de Circulação
IVA - Imposto de Valor Acrescentado
KPIs - *Key Performance Indicators* - Indicadores Chave de Desempenho
OPC - Operador do Posto de Carregamento
PCN - Posto de Carregamento Normal
PCR - Posto de Carregamento Rápido
PCSR - Posto de Carregamento Semirrápido
PCUR - Posto de Carregamento Ultrarrápido
PCVEs - Postos de Carregamento de Veículos Elétricos
RFID - *Radio Frequency Identification* - Identificação por Radio Frequência
SAP - Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados
SGC - Sistema de Gestão de Carregamentos
TCO - *Total Cost of Ownership* - Custo de Posse Total
UE - União Europeia
VCIs - Veículos e Combustão Interna
VEBs - Veículos Elétricos a Bateria
VEHs - Veículos Elétricos Híbridos

VEs - Veículos Elétricos

VOC - *Voice Of Customer* – Voz do Cliente

VOP - Veículos Operacionais

VUP - Veículos de Utilização Pessoal

VW - Volkswagen

WLTP - *Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure* - Procedimento harmonizado a nível mundial para o teste de veículos ligeiros

INTRODUÇÃO

O primeiro capítulo inicia-se com o enquadramento do tema em estudo, seguido da definição do problema e objetivos que se pretendem alcançar. É, ainda, descrita a metodologia utilizada e a estrutura segundo a qual a presente dissertação será apresentada.

1.1. Contexto e motivação

A escassez de combustíveis fósseis e a crescente preocupação com o aquecimento global têm vindo a contribuir de forma decisiva para os governos implementarem políticas de incentivos para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e consequentemente as emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) (Su et al., 2012).

Com o aumento ininterrupto do número de veículos em circulação, o setor dos transportes gera, atualmente, mais emissões de carbono que qualquer outro setor, contribuindo com cerca de 20% do total das emissões de GEE da União Europeia (UE) (Kouridis & Vlachokostas, 2022).

Na última década, e com o intuito de contornar a tendência contínua do aumento do número de veículos em circulação, na última década, cada vez mais atenção e recursos têm sido colocados no desenvolvimento de soluções para o problema da poluição resultante da mobilidade (Triantafyllopoulos et al., 2018). No entanto, parece que padrões comportamentais relacionados com o incremento do nível de vida da sociedade, estão a atrasar significativamente este esforço, uma vez que os Veículos a Combustão Interna (VCIs) continuam a ser a escolha favorita dos fornecedores de bens e serviços. Assim, a fim de alcançar os objetivos políticos, sociais e ambientais traçados é de máxima importância encontrar soluções realistas, cómodas e sustentáveis para transformar o parque automóvel (Kouridis & Vlachokostas, 2022).

A utilização de Veículos Elétricos (VEs), sejam eles Veículos Elétricos Híbridos (VEHs) ou Veículos Elétricos a Bateria (VEBs), é uma solução promissora para a redução do impacto ambiental que a mobilidade representa. Porém, a penetração desta tecnologia no mercado continua a ser um desafio. Em primeiro lugar pela rudimentar estrutura de carregamento necessária para acompanhar a transição global, em segundo, e de forma mais relevante, pelo tempo que é necessário para a realização do carregamento completo do veículo (Hsieh et al., 2020).

Se este desafio é grande para o indivíduo particular, torna-se enorme quando são referidas as frotas corporativas devido às elevadas distâncias percorridas anualmente e eventuais necessidades operacionais que impedem a paragem dos veículos por períodos de tempo iguais aos que, atualmente, são necessários para abastecer um VE. No entanto, são as empresas quem assume o papel mais preponderante em relação ao futuro da expansão para a mobilidade elétrica (Vuichard, 2021). Estas são responsáveis pela aquisição da maior fatia de veículos novos registados, revendidos mais rapidamente que um veículo particular, e consequentemente as maiores fornecedoras do mercado automóvel de segunda mão (Globisch et al., 2018).

1.2. Objetivo e problemas

O objetivo final desta dissertação é propor uma metodologia para a eletrificação de veículos, ou seja, um plano estruturado para a substituição dos atuais VCIs por VEBs, bem como a sua aplicação a um segmento da frota corporativa do grupo Brisa. Pretende-se atingir a redução da quantidade de emissões de GEE recorrendo a uma estratégia gradual de eletrificação, através da identificação de um segmento de frota, cujas necessidades operacionais são capazes de ser respondidas pelas atuais soluções de VEBs existentes no mercado.

Ainda que não seja o foco, a eletrificação apresenta-se como uma oportunidade de redução dos custos de mobilidade que, em simultâneo com a redução das emissões, tornam o estudo de caso um projeto ainda mais ambicioso.

Os principais problemas residem i) na dependência de autonomia elétrica, ii) no tempo necessário para efetuar o carregamento completo de um VEB, e ainda iii) na quantidade e disponibilidade de pontos de carga existentes.

1.3. Metodologia da dissertação

A presente dissertação baseia-se na filosofia da melhoria contínua concretizada pela aplicação do ciclo PDCA. Para alcançar os objetivos pretendidos, é necessário que se defina uma estratégia e sequência de passos a percorrer. Como tal, a metodologia adotada na realização desta dissertação é dividida num conjunto de seis etapas:

1. Conhecer e compreender as operações realizadas pelo departamento de Gestão de Frota (GF)
2. Definir os objetivos a atingir
3. Realizar pesquisa bibliográfica
4. Recolher os dados e proceder à sua análise
5. Planear e implementar as soluções propostas
6. Analisar e discutir de resultados

A primeira etapa, conhecer e compreender as operações realizadas pelo departamento GF, tem como objetivo fazer o enquadramento da realidade de gerir uma frota corporativa. Para tal, durante seis meses e antes de avançar com o projeto alvo do presente estudo, foi

realizado um estágio que permitiu conhecer a realidade operacional, os fluxos de informação e as principais atividades desenvolvidas na GF.

Nesta fase, é importante realizar uma análise crítica das atividades desempenhadas por este departamento, bem como procurar perceber os maiores desafios sentidos atualmente no setor, nomeadamente a crise de matérias-primas que, de forma significativa, tem impactado e provocado atrasos na cadeia de abastecimento.

No que toca à definição dos objetivos, esta etapa passa por definir a meta que se pretende alcançar, criando um propósito para tudo o que se vai desenvolver ao longo da presente dissertação.

O objetivo deste estudo é definido como uma estratégia evolutiva assente na sustentabilidade e responsabilidade da liderança no setor em que a organização se insere. Baseou-se na crescente preocupação ambiental e no impacto que as grandes frotas corporativas têm na quantidade de emissões de GEE libertadas mundialmente.

De modo a aprofundar os conhecimentos na temática em estudo, a terceira etapa é a pesquisa bibliográfica que consiste na recolha de informação, ideias, princípios, vantagens e desvantagens presentes em vários estudos publicados e investigações realizadas até à data.

A pesquisa a realizar tem por base artigos científicos, estudos realizados por consultoras, livros e sites oficiais de entidades influentes na área da mobilidade elétrica. Destacam-se, para a realização desta pesquisa, a utilização de motores de busca como, *Science Direct*, *B-On*, *Google Scholar* e *Online Library*.

Na quarta etapa, realiza-se a recolha dos dados que servirão de base de análise para a realização desta dissertação. O estudo de caso abordado utiliza como base as distâncias percorridas e os consumos de combustível efetuados pelos veículos a substituir, bem como a maturidade da infraestrutura de carregamento ao longo das rotas percorridas.

Muita da informação necessária existe de forma centralizada no sistema de gestão interna do departamento GF. No entanto, o facto de resultarem de *inputs* manuais é, por vezes, motivo para a ocorrência de erros humanos. Assim, é necessário corroborar os dados no terreno, e uma vez em contacto direto com os utilizadores dos veículos procura-se perceber as rotinas da operação, o que inclui o tempo habitual de estacionamento e o período do dia em que ocorre, bem como a sua periodicidade.

Uma vez reunida toda a informação, existem condições de avançar para a quinta etapa, o planeamento e implementação das soluções propostas. Diz respeito à fase em que é necessário fazer. É neste momento que será implementada a estratégia definida em função dos levantamentos e conhecimentos resultantes das fases anteriores. Nesta fase é importante elaborar um plano de ação estruturado e utilizar ferramentas de apoio à decisão, de modo a garantir o alinhamento do que se está a fazer com os objetivos pretendidos.

Por último, a sexta fase, análise e discussão dos resultados, consiste na comparação dos *outputs* do projeto com os objetivos definidos. São ainda analisados os pontos fortes e os erros ocorridos durante a fase de planeamento e implementação das soluções propostas, de modo a cimentar estratégias e definir melhorias futuras a aplicar.

1.4. Organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos.

O primeiro capítulo, Introdução, aborda o enquadramento do tema, os objetivos a alcançar, a metodologia utilizada e a estrutura segundo a qual esta dissertação está organizada.

O segundo capítulo, Mobilidade elétrica e melhoria contínua, é dividido em dois subcapítulos. O primeiro trata a contextualização teórica do tema, bem como os principais conceitos essenciais à sua compreensão. No segundo faz-se referência à filosofia da melhoria contínua bem como à utilidade e aplicabilidade das ferramentas utilizadas como instrumentos de apoio à decisão.

O terceiro capítulo, Caracterização do caso de estudo, também é dividido em duas partes. Inicialmente é feita uma abordagem e contextualização à organização, à sua visão, missão e valores, com o objetivo de proporcionar uma noção geral das atividades desempenhadas pela organização. Posteriormente, procura-se caracterizar a frota através do seu dimensionamento, categorização e operações realizadas, bem como enunciar as funções do departamento GF e sua importância.

No quarto capítulo, Metodologia de eletrificação de um segmento da frota de veículos, são apresentados os principais passos de implementação da metodologia de eletrificação proposta. Este capítulo é estruturado de acordo com as fases do ciclo PDCA. Como mencionado na secção 1.2, a transição energética que se pretende que aconteça na frota corporativa do grupo Brisa deve ser gradual. A utilização de um ciclo PDCA visa permitir isso mesmo. O estudo de caso alvo desta dissertação será uma experiência para a posterior continuidade e expansão. Tal deve-se à necessidade de avaliar o impacto e dificuldades reais, bem como, no entanto, dar tempo para o desenvolvimento e maturação da tecnologia relacionada com a mobilidade elétrica. Desta forma, este capítulo, inicia-se com a identificação das principais barreiras apontadas à mobilidade, procura implementar medidas que suprimam ou minimizem essas barreiras, e termina com a análise e discussão de resultados, bem como de sugestões de melhoria. Visa a continuidade e reinício do ciclo para veículos que inicialmente foram excluídos do âmbito do projeto.

Por fim, o quinto e último capítulo, Conclusão, apresenta as conclusões gerais decorrentes da aplicação do ciclo PDCA ao estudo de caso apresentado, e ainda, eventuais limitações no estudo desenvolvido e propostas de trabalhos futuros.

MOBILIDADE ELÉTRICA E MELHORIA CONTÍNUA

O presente capítulo tem como principal objetivo reunir os conceitos que se encontram subjacentes ao estudo desenvolvido nesta dissertação. Como tal, num primeiro momento, serão apresentados os conceitos teóricos, considerados como importantes para a compreensão da mobilidade elétrica. Posteriormente, será abordada a metodologia da melhoria contínua, bem como as ferramentas utilizadas no decorrer do estudo de caso alvo desta dissertação.

2.1. Mobilidade elétrica

2.1.1. Setor dos transportes em Portugal

O ano de 2020 foi fortemente influenciado pela pandemia COVID-19, o que provocou alterações significativas nos hábitos da população mundial devido à implementação de restrições de mobilidade e períodos de confinamento obrigatórios. Este conjunto de medidas manifestou-se sob a forma de alterações em todos os setores de atividade, no consumo de forma genérica e consequentemente no consumo de energia. Mesmo assim, segundo dados do Balanço Energético Nacional, o setor dos transportes foi responsável por aproximadamente 32,5% do consumo final de energia em Portugal. Dos quais, em particular, o transporte rodoviário é responsável em cerca de 80% (Direção Geral de Energia e Geologia, 2020).

A mesma tendência verifica-se na emissão de GEE. Em 2020, o setor dos transportes foi responsável por 28% do total de emissões em Portugal, sendo o transporte rodoviário o principal contribuinte, com uma participação de 97% desta fatia (EUROSTAT, 2020).

Em 2020, em Portugal, existiam 6,9 milhões de veículos ligeiros presumivelmente em circulação, o que corresponde a uma taxa de motorização de 540,5 veículos ligeiros por 1 000 habitantes, a maior taxa dos últimos cinco anos (IMT, 2020). Deste total, apenas 120 505 são VEs, o que corresponde apenas a cerca de 1,75%.

No que diz respeito aos VEBs foram registados 28 191 veículos até 2020, representando um aumento de 42% em relação a 2019. Por sua vez, os VEHs que contribuem para um total acumulado de 92 314 veículos, registaram um aumento de 39% face ao ano anterior.

Assim, de acordo com estes dados e as elevadas taxas de adesão a VE, verifica-se que o setor dos transportes enfrenta uma mudança que visa desafios futuros em duas áreas: a necessidade de reduzir drasticamente as emissões de GEE e para tal, a necessidade de diminuir a dependência de combustíveis fósseis.

Ambos os desafios parecem ser ambiciosos quando se verifica que a procura pela mobilidade tem aumentado de forma contínua ao longo dos últimos 20 anos. No entanto, é expectável que o mercado continue a evoluir para além das tecnologias elétricas, como os VEBs e ou VEHs. As soluções energéticas para o setor automóvel podem ser várias, desde a incorporação de biocombustíveis, gás natural e até o hidrogénio. Ponderar as questões de “Quando?”, “Onde?” e “Porquê?” as pessoas utilizam um veículo e promover mudanças de hábitos no que respeita a sua utilização, pode desempenhar um papel muito importante na concretização dos desafios supramencionados (Baptista et al., 2012).

2.1.2. Políticas e incentivos governamentais

Motivados pela crescente preocupação com as alterações climáticas, os governos de todo o mundo definiram políticas e objetivos a longo prazo para mitigação dos impactos causados pelas emissões de GEE. Em especial, diversas medidas foram colocadas em prática para acelerar a introdução de VEs e construir um sistema de transportes mais sustentável (Nie et al., 2016). Países como os Estados Unidos da América (EUA), Alemanha, Noruega, França, Japão, Holanda, Coréia do Sul e Inglaterra terão sido os pioneiros a testar diversas políticas e incentivos fiscais, dos quais se destacam: subsídios de comparticipação para aquisição de VE, bem como a isenção do Imposto de Valor Acrescentado (IVA), isenção do custo de registo de propriedade do veículo, isenção do Imposto Único de Circulação (IUC), estacionamento gratuito ou com desconto, desconto de portagens, acesso à circulação em vias dedicadas a autocarros, ou no caso do Luxemburgo, implementação de sistemas de tributação baseados nas emissões anuais de CO₂ do veículo (Kwon et al., 2018; Diamond, 2009; Jenn et al., 2013; Wang et al., 2018; Chandra et al., 2010; O'Neill et al., 2019; Tal & Nicholas, 2016; Giansoldati et al., 2020; Bjerkkan et al., 2016; Gass et al., 2014).

Com a implementação destas políticas procura-se reduzir o *Total Cost of Ownership* (TCO), que contabiliza todos os custos associados à posse do veículo, o que inclui os custos de aquisição, operação e manutenção do veículo, assim como eventuais custos associados ao seu fim de vida. O TCO é definido pela equação 2.1.

$$TCO = I + \sum_{t=1}^N c_t(1+r)^{-t} - R(1+r)^{-N} \quad (2.1)$$

Onde:

I - representa o valor de aquisição;

c_t - representa os custos de manutenção e operação;

r - representa o fator de desconto;

R - representa o valor residual.

Os custos de manutenção e operação incluem abastecimentos, seguros e impostos relativos ao veículo e a sua circulação (Kolodziejak et al., 2019). Em paralelo com as políticas de incentivos, existem políticas de desincentivo cuja imposição procura tornar a aquisição de VCI menos atrativa, como por exemplo o aumento da carga fiscal sobre combustíveis fósseis e a limitação da circulação de VCI em determinadas zonas e/ou períodos (Hardman, 2019).

Como nem todas as barreiras são de carácter económico, existe ainda uma forte resistência à expansão da mobilidade elétrica motivada por fatores sociais, dos quais se destacam a comodidade e facilidade de acesso a postos de carregamento (Zhang et al., 2018). Segundo Dong & Lin (2012) e Sierzechula et al. (2014), a evolução das infraestruturas de carregamento para VEs, é o fator chave que irá ditar o sucesso da adesão e expansão da mobilidade elétrica como sistema de transporte. Xi et al. (2013) prova nos seus estudos que a existência de uma estrutura pública de carregamentos rápido pode aumentar consideravelmente as possibilidades de efetivação de viagens de longas distâncias pela diminuição dos tempos de paragem necessários para abastecer, além de que a disponibilidade de uma infraestrutura pública de carregamento é essencial para a difusão de VE a larga escala.

No entanto também aqui os governos têm um papel de elevada importância com a atribuição de subsídios para a construção e expansão da rede de estações de carregamento, uma vez que apesar da sua importância, a sua performance económica sofre de problemas como o elevado custo de investimento e a reduzida taxa de utilização, pelo menos no que toca a uma fase transitória em que se considera ainda relativamente pequena a percentagem de VE em circulação (Kihm & Trommer, 2014). Em países como a China, Alemanha e EUA, o governo proporciona a atribuição de subsídios de investimento e de operação a investidores privados com base no valor do investimento e a potência dos carregadores instalados (Zhang et al., 2018; Marion & Muehlegger, 2018; Hecht et al., 2021).

2.1.3. Infraestrutura para mobilidade elétrica

Dado o atual impacto do setor dos transportes na quantidade de emissões produzidas a nível global, a mobilidade elétrica assume hoje um papel importante na diminuição da poluição ambiental. Questionários conduzidos na Noruega identificam o tempo de carregamento e a autonomia como as maiores barreiras apontadas pelos utilizadores à adesão de VEs (Schulz & Rode, 2022).

Outros estudos, como os realizados por Osieczko et al. (2021), comprovam a importância que os compradores de VEs dão ao tempo de carregamento e à capacidade de autonomia, quando se compara a sua tendência na escolha da marca e modelo com a dimensão da bateria e consequente impacto na distância percorrida entre carregamentos.

As características dos VEBs mais vendidos na UE são apresentadas na tabela 2.1. Os dados são referentes ao ano de 2019, uma vez que devido aos impactos causados pela pandemia do COVID-19 os dados dos dois anos subsequentes, 2020 e 2021, não são representativos da realidade do setor. As alterações da rotina, sentidas na sociedade, com a implementação do teletrabalho e consequente redução das viagens ao posto de trabalho, têm impacto direto sobre as necessidades de autonomia dos utilizadores de VEs.

Tabela 2.1 - Características dos VE mais vendidos na UE, em 2019

Marca/Modelo	Vendas (%)	Dimensão da Bateria (kWh)	Autonomia WLTP (KM)
Tesla Model 3	22	75	530
Nissan Leaf	15	57	385
VW e-Golf	12	31,5	229

Assim, o contínuo crescimento e adoção deste modelo de mobilidade assenta num fator chave que pode determinar o sucesso ou insucesso da sua implementação, a infraestrutura para o carregamento das baterias. Para o dimensionamento desta infraestrutura é necessário fazer uma análise em duas vertentes. Por um lado, a localização e disponibilidade dos Postos de Carregamento de Veículos Elétricos (PCVEs), resultado da reduzida quantidade de pontos de carregamento necessária para cobrir a procura, por outro o tempo necessário para concretizar a operação de carregamento, consequência direta da capacidade dos postos instalados (Frade et al., 2011).

Segundo Franke et al. (2012), análises psicológicas confirmam que uma infraestrutura abundante de PCVEs reduz a ansiedade de autonomia sentida pelo condutor e aumenta a autonomia pessoal confortável, uma vez que os condutores estão habituados a reabastecer os seus veículos numa vasta rede de postos de combustível.

No que diz respeito à dimensão da rede de PCVEs, estes podem ser classificados em dois grupos, públicos e privados, dependendo do local onde se encontram instalados e, consequentemente, das restrições de acesso aos utilizadores (Huang et al., 2022).

A rede de carregamento pública permite a qualquer utilizador carregar o seu VE desde que o posto esteja disponível e está dimensionada para responder a três tipos de situações (Funke et al., 2019):

1. Carregamento próximo de casa em alternativa ao carregamento privado;
2. Carregamento de oportunidade enquanto o veículo está parqueado em pontos de interesse, como por exemplo supermercados, hotéis, restaurantes e outros;
3. Carregamento rápido e ultrarrápido, essencialmente para responder às necessidades urgentes de autonomia, como por exemplo durante viagens de longa distância.

A rede privada, por sua vez, vem reforçar a rede pública existente. A rede privada procura preencher a eventual lacuna na capacidade de resposta causada pela rápida difusão dos VEs e cuja infraestrutura pública pode não conseguir acompanhar, nomeadamente em zonas de menor densidade populacional (Huang et al., 2022), e ainda acrescentar valor em termos monetários, de tempo e de conforto para o utilizador (Eliasson et al., 2020).

Resultados de um inquérito conduzido nos EUA mostram que a maioria dos utilizadores de VE preferem carregar em casa sempre que possível (Melliger et al., 2018). Aliás, segundo um estudo levado a cabo por Gnann et al. (2013) apenas 10% do total de energia consumida por VE na UE é consumida na rede pública. No entanto, a rede privada não se limita ao carregamento em casa. Segundo Jensen et al. (2013), o carregamento no local de trabalho assume também um papel de grande importância na adesão à mobilidade elétrica.

O local de trabalho é considerado um ponto estratégico para a implementação de infraestruturas de carregamento de VE. Em primeiro lugar porque é essencial para ajudar as empresas a concretizar a transição dos seus veículos para uma frota elétrica (Muñoz & Jabbari, 2020). Em segundo, porque na maioria dos casos, pode ser utilizada para carregar os veículos dos funcionários parquados várias horas durante o dia, reduzindo a ansiedade associado à autonomia destes utilizadores. Durante a noite pode ser utilizada para carregar os veículos da frota, normalmente parquados durante este período (Erdogan et al., 2021).

2.1.4. Dimensionamento da infraestrutura para mobilidade elétrica

Uma parte da literatura sobre metodologias para o dimensionamento da infraestrutura necessária à mobilidade elétrica tende a utilizar a análise da procura por pontos de carregamento como o principal fator de decisão. Alguns estudos baseiam-se em pressupostos simples baseados nos pontos de partida e destino da viagem, bem como nas distâncias percorridas, e classificam o utilizador segundo um perfil comportamental de carregamento, numa tentativa de prever as suas necessidades (Erdogan et al., 2021).

A tomada de decisão baseada apenas nas necessidades de distância a percorrer seria suficiente se o objetivo fosse apenas ir ao encontro das necessidades dos utilizadores de VEs. No entanto, no momento do dimensionamento devem ser considerados fatores económicos, que vão ao encontro dos objetivos do Operador do Posto de Carregamento (OPC) e dos impactos que serão provocados nos sistemas de distribuição de energia (Bitencourt et al., 2021). Assim, as soluções ótimas devem considerar locais que minimizem os custos de reforço de rede, mantendo a operação da rede elétrica a um nível padrão e evitando picos de energia (Wang et al., 2019; Kong et al., 2019). Numa perspetiva de negócio, para o OPC é ainda importante maximizar o lucro, pelo que é necessário ter em conta a afluência de clientes e a existência ou não de outros PCVEs nas proximidades (Wang et al., 2018).

Assim, o planeamento ótimo do dimensionamento da rede de PCVEs é uma tarefa complexa. Ao longo da dissertação e com o objetivo de realizar uma abordagem concisa e clara é aplicada a metodologia proposta por Zhang et al. (2016 e 2017) e classificada a ação de carregar um VE em dois tipos:

1. **Carregar no destino** - Considerado um carregamento de oportunidade; quando o utilizador do VE chega ao destino e havendo um ponto de carga disponível coloca o carro, parquado, a carregar.
2. **Carregar por urgência** - Considerado um carregamento de necessidade; quando o utilizador tem que parar o veículo e colocá-lo a carregar de modo a conseguir prosseguir viagem.

Apesar das incertezas associadas ao intervalo de tempo que decorre entre a chegada ao PCVE e a partida, bem como o estado de carga das baterias, o estudo conduzido por Zhang et al. (2016), conclui que para estes dois tipos de carregamento existe a necessidade de PCVEs com diferentes características de potência e consequente tempo de carga.

De acordo com a tabela 2.2, os PCVEs podem ser classificados em Posto de Carregamento Normal (PCN), Posto de Carregamento Semirrápido (PCSR), Posto de Carregamento Rápido (PCR) e Posto de Carregamento Ultrarrápido (PCUR), de acordo com a tabela 2.2.

A velocidade do PCVE depende do tipo de corrente, que pode ser: (1) Corrente Alternada (AC) ou (2) Corrente Contínua (DC).

Tabela 2.2 - Características dos diferentes postos de carregamento de VEs

Posto de Carregamento	Tipo de Corrente	Potência Máxima Fornecida (kWh)	Tipo de Tomada
PCN	AC Monofásico	7,4	Mennekes
PCSR	AC Trifásico	22	Mennekes
PCR	AC Trifásico	43	Mennekes
	DC	50	CCS e CHAdeMO
PCUR	DC	350	CCS e CHAdeMO

No que diz respeito ao tipo de tomada, a figura 2.1 apresenta as tomadas existentes para cada um dos dois tipos de corrente. O carregamento DC só é possível, atualmente, em VEBs.

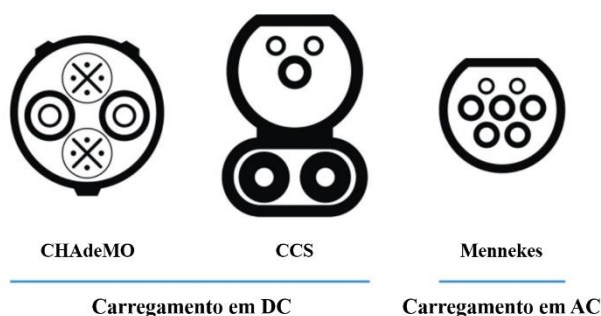


Figura 2.1 - Tipos de tomadas de carregamento de VEs

Ainda existe o Carregamento Lento (CL), ao qual o utilizador pode recorrer através de uma tomada doméstica (Klein et al., 2020).

Para o utilizador que realiza o carregamento no destino, as respostas de necessidade de potência variam com base no tempo que este pretende ficar parqueado. Para o utilizador que realiza o carregamento de urgência a resposta é clara, procura carregar a bateria no menor período de tempo possível. Assim, após a definição da localização, a questão que se coloca é identificar a potência a instalar (Zhang et al., 2019). Esta decisão é limitada pela disponibilidade de recursos, tanto económicos como energéticos. Por um lado, económicos, uma vez que para o OPC um posto de maior potência implica num maior investimento e maiores custos de operação e manutenção (Luo et al., 2018). Por outro lado, energéticos, uma vez que a infraestrutura dedicada à mobilidade elétrica existente, até à data, ainda não atingiu o limite das redes de distribuição energética. No entanto, a crescente preocupação com a descarbonização, tem levantado preocupações sobre as consequências desse limite ser atingido, o que irá conduzir a elevados custos de reforço da rede e pode, em última instância, resultar numa crise energética (Gupta et al., 2021; Rüdisüli et al., 2019).

Assim, é de enorme importância que para além do planeamento da localização dos PCVEs seja realizado o planeamento da rede de distribuição de energia elétrica com base no seguinte (Heymann et al., 2019):

1. No perfil atual de carga da rede de distribuição elétrica;
2. Na análise da adequação da rede para carga futura;
3. No reforço gradual e localizado da rede de distribuição.

Os sistemas de balanceamento de cargas referidos por Pudjianto et al. (2013) e Yilmaz et al. (2020), bem como os sistemas de armazenamento de baterias apontados por Sevilla et al. (2018) estão a tornar-se muito atrativos, uma vez que conseguem assegurar a estabilidade da rede e consequentemente, melhorar a eficiência de utilização de ativos, sejam PCVEs ou outros equipamentos alimentados pela rede de distribuição de energia.

2.1.5. Cadeia de valor da mobilidade elétrica

De acordo com Goncearuc et al. (2022), a cadeia de valor presente na mobilidade elétrica tem vários participantes, que são agrupados nos diferentes setores de mercado nomeadamente, mercado automóvel, mercado de energia, mercado de infraestruturas de carregamento, mercado imobiliário, reguladores e decisores políticos, cujas interações são apresentadas na figura 2.2.

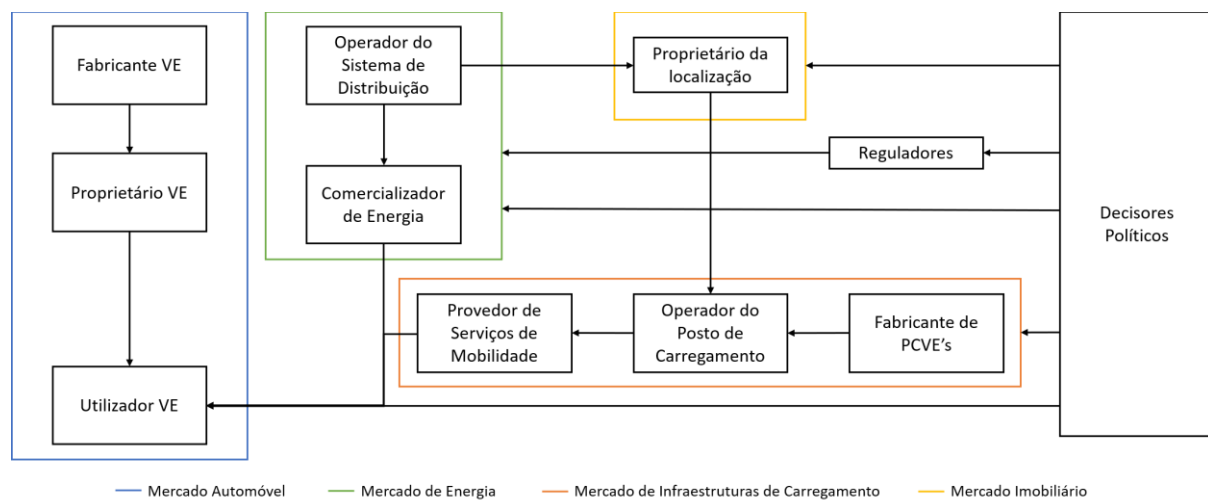


Figura 2.2 - Cadeia de Valor da Mobilidade Elétrica
Adaptado de: Goncearuc et al. (2022)

A descrição de cada participante presente na cadeia de valor da mobilidade elétrica é apresentada na tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Descrição dos participantes na cadeia da mobilidade elétrica

Mercado	Participantes	Função
Mercado Automóvel	Fabricante VE	Marca que produz e vende o VE
	Proprietário VE	Empresa ou indivíduo que detêm posse do VE
	Utilizador VE	Pessoa individual que conduz o VE
Mercado de Energia	Operador do Sistema de Distribuição	Empresa responsável pela distribuição de eletricidade de alta voltagem por longas distâncias
	Comercializador de Energia	Empresa que vende eletricidade ao consumidor final
Mercado de Infraestruturas de Carregamento	Provedor de Serviços de Mobilidade	Empresa que garante a acessibilidade do utilizador do VE aos serviços de mobilidade
	Operador do Posto de Carregamento	Empresa que instala, mantém e gere o PCVE
	Fabricante de PCVEs	Empresa que produz o PCVE e outros equipamentos necessários ao carregamento do VE
Mercado Imobiliário	Proprietário da Localização	Proprietário do terreno onde o PCVE é instalado
Agentes Governamentais	Reguladores	Organização governamental cuja função é controlar o correto cumprimento da legislação
	Decisores Políticos	Grupo de pessoas que elabora as leis e regulamentos da legislação que os reguladores fazem cumprir

2.1.6. Rede Mobi.e

Em Portugal, como resultado do Programa para Mobilidade Elétrica lançado pelo governo, surgiu em 2009 a Mobi.e, uma rede de carregamento público com o objetivo de instalar e operar PCVEs. Numa primeira fase a rede procurava cobrir 25 municípios promovendo o uso de VEs e a redução da dependência de combustíveis fósseis (Cavadas et al., 2015). O projeto manifestou-se um sucesso e hoje a Mobi.e está presente em mais de 50 municípios e conta com mais de 2 343 PCVEs (Batista, 2020).

Em 2015, a missão de instalar e operar PCVEs mudou e a Mobi.e posicionou-se como a Entidade Gestora da Rede de Mobilidade Elétrica (EGME) assumindo a gestão e monitorização da rede de carregamento público, designadamente em termos de fluxos energéticos, de informação e financeiros. A sua principal responsabilidade é a de identificar o utilizador do VE responsável por cada transação na rede pública, o PCVE onde essa transação ocorreu, quando ocorreu, quanto tempo durou e a quantidade de energia consumida. Esta informação é posteriormente divulgada pela Mobi.e para todos os participantes na cadeia da mobilidade elétrica.

A energia, após produzida é injetada na rede de distribuição de energia elétrica (figura 2.3). O Comercializador de Energia para Mobilidade Elétrica (CEME) compra a grosso e vende a retalho a energia elétrica para fornecimento do consumidor final, o utilizador de VE. Este último, por sua vez, serve-se dos PCVEs da rede pública de carregamento para proceder ao carregamento do VE.

No que diz respeito ao custo do carregamento, e com base nos dados recolhidos pela Mobi.e, o utilizador do VE paga diretamente ao CEME o valor total da transação que, inclui a taxa de OPC, valor pago pela utilização do PCVE, e o valor da energia consumida, calculado com base no preço do kWh que o utilizador do VE tem contratualizado com o CEME. Por sua vez o CEME, é responsável pelo acerto de contas entre os restantes participantes com base nos dados fornecidos pela Mobi.e (Mobi.e, n.a.).

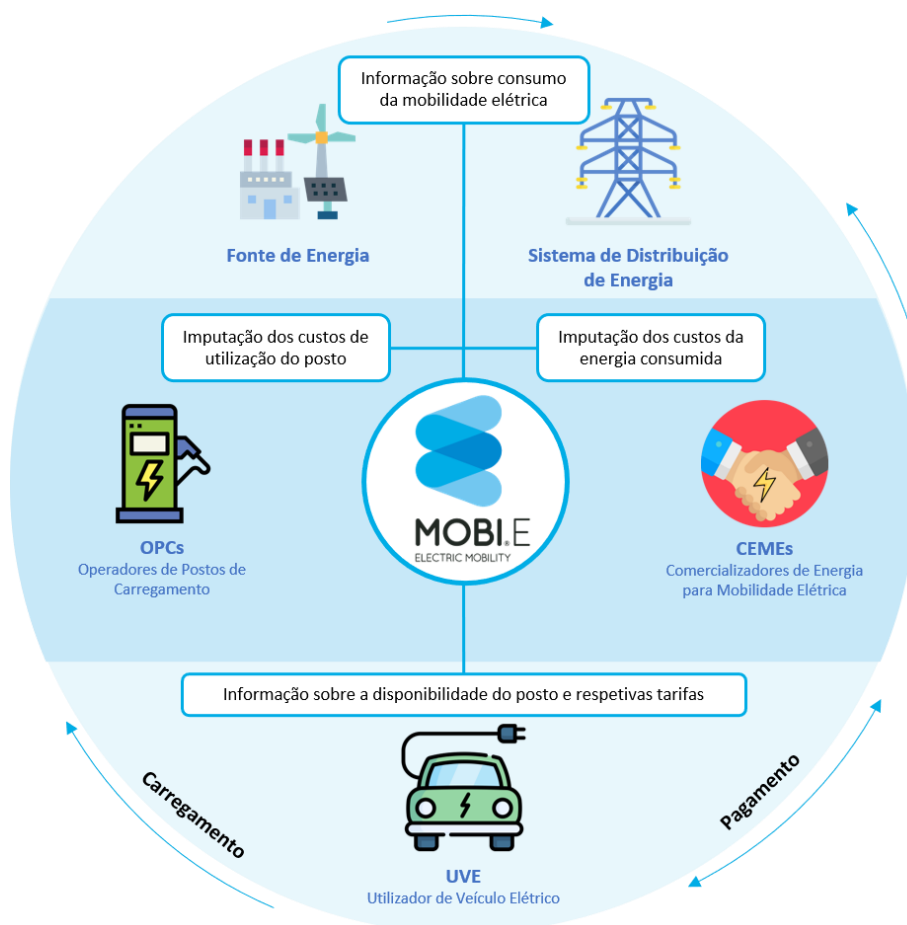


Figura 2.3 - Interação da Mobi.e com os diferentes participantes da cadeia de valor da mobilidade elétrica em Portugal
Adaptado de: Mobi.e (n.a.)

A rede Mobi.e permite que o utilizador carregue o seu VE em qualquer posto de carregamento da rede pública (Continente, Açores e Madeira), independentemente do respetivo OPC, desde que possua um contrato ativo com qualquer CEME.

2.2. Melhoria contínua

No mundo empresarial, hoje em dia, é evidente o consenso relativo à importância da competitividade como um elemento chave para a sobrevivência de qualquer organização. É justamente esta competitividade, presente nos mercados atuais, que exige às organizações a capacidade de adaptação e melhoria contínua dos processos, métodos e procedimentos, com

o objetivo de alcançar a excelência para responder, o melhor possível, às necessidades e expectativas dos clientes que estão cada vez mais exigentes (Ramírez et al., 2018).

Esta capacidade de adaptação e melhoria contínua consiste em desenvolver estratégias que promovam um processo contínuo de inovação progressiva e incremental, transversal a toda a organização (Bessant et al., 1994; Gonzalez & Martins, 2016). Para garantir o sucesso da melhoria contínua, uma organização deve ter em conta a implementação e dinamização de uma cultura que promova envolvimento de todos os colaboradores, com ênfase na eliminação do desperdício, ou seja, tudo o que não acrescenta valor ao processo/produto (Sabater & Garcia, 2011). Geralmente, uma organização com uma cultura de melhoria contínua garante uma estrutura para a implementação das melhores práticas, ferramentas e técnicas, de forma a promover esta cultura de melhoria contínua em toda a organização (Powell & Coughlan, 2020).

2.2.1. Fatores de sucesso

Em todas as organizações existem forças impulsionadoras e inibidoras que, devido à sua existência ou ausência, promovem o desenvolvimento da melhoria contínua, ou pelo contrário, restringem-na e limitam-na. Sabater & Garcia (2011) apresentam seis fatores preponderantes para o sucesso da melhoria contínua numa organização:

1. **Gestão dos projetos** – A gestão dos projetos de melhoria contínua deve ser levada a cabo de forma consistente e regular. Gestores de projeto que não tenham a capacidade de resolução de problemas podem constituir uma barreira e não uma mais-valia. Além disso, os projetos devem ser selecionados de modo a garantirem a melhoria contínua no futuro e devem ser selecionados projetos em processos críticos e que envolvam os operadores.
2. **Motivação dos operadores** – A participação dos operadores é um fator crucial na sustentabilidade da melhoria contínua, não só na perspetiva de executarem as melhorias desenvolvidas, mas também como fonte de ideias no processo de melhoria. Assim, é importante garantir que os operadores estejam motivados e se sintam importantes nos processos de melhoria.
3. **Apoio da gestão de topo** – O envolvimento da gestão de topo nos projetos de melhoria é fundamental para que estes tenham sucesso. É importante que a intenção de melhoria e mudança venha de níveis hierárquicos superiores (gestão de topo) e seja perceptível como tal. Além disso, é a gestão de topo que tem o poder de alocar os recursos necessários à melhoria contínua.
4. **Liderança** – A falta de conhecimento sobre a importância da melhoria e a falta de líderes carismáticos levam à falta de motivação dos operadores. Os operadores mantêm posturas diferentes relativamente à mudança e à melhoria dependendo

de quem os lidera. Uma forte liderança leva ao sucesso da melhoria contínua, enquanto a falta dela apenas garantirá barreiras.

5. **Estabelecimento de objetivos e medição de resultados** – A existência de uma estratégia de melhoria e a definição dos objetivos pretendidos é a base para um projeto bem sucedido. Para validar os resultados (e assim confirmar o objetivo) e garantir a sua sustentabilidade é necessário fazer a sua medição e análise. A capacidade de medir os resultados obtidos dos projetos de melhoria é crucial. A implementação de um sistema de medição e análise robusto é um fator importante para garantir a melhoria contínua numa organização.
6. **Aspetos culturais** – A cultura de uma empresa é um fator determinante para a melhoria contínua. A melhoria contínua é recebida favoravelmente em contextos culturais menos conservadores, onde as pessoas (diretores e operadores), manifestam menos resistência à mudança. Organizações que possuam operadores mais velhos, ou com muitos anos de casa, necessitam fazer mais esforço para implementar programas de melhoria.

2.2.2. Metodologia Kaizen

Com origem no Japão, o kaizen é uma metodologia de gestão que procura alcançar vantagens competitivas através da aprendizagem contínua e pela melhoria gradual dos processos de uma organização (Ramírez et al., 2018). A palavra Kaizen, deriva de duas palavras japonesas, "Kai" que significa mudar e "Zen" que significa melhorar (Imai, 1986).

A metodologia do kaizen não prevê mudanças radicais, mas sim pequenas melhorias conseguidas com base na redução dos desperdícios e no aumento da eficácia dos processos (Maarof & Mahmud, 2016). Para tal, existem vários tipos de estratégias e ferramentas que ajudam a promover a melhoria contínua, tanto na perspetiva de gestão como de produção, sendo que, primeiro, deve-se garantir uma estratégia ou metodologia de melhoria contínua e só depois utilizar as ferramentas existentes para a implementar (Gonzalez & Martins, 2016).

Após a 2ª Guerra Mundial, o Japão deparou-se com graves problemas na sua economia, nomeadamente na produção industrial. Dada a falta de recursos que o país apresentava em resultado da sua destruição, na década de 50 do século XX, William Edwards Deming, discípulo do guru da qualidade Walter Shewhart, aprimorou os métodos do seu professor de forma a conseguir priorizar a qualidade do produto ao invés da quantidade. Desta forma, Deming ajudou o Japão a reconstruir a sua economia e posicionar-se como líder mundial em qualidade de produto. Deming apoiava fortemente a ideia de que numa organização, a sua principal atividade deve ser satisfazer e exceder os requisitos dos clientes (Liker, 2004). Para isso, Deming desenvolveu uma abordagem sistemática orientada para a melhoria de processos e resolução de problemas, conhecida como ciclo PDCA ou ciclo de Deming.

2.3. Ciclo PDCA

O principal objetivo do ciclo PDCA é a criação de fluxo, resolução de problemas, criar soluções e contramedidas para esses problemas e avaliar os resultados obtidos (Lewis, 2020).

O ciclo PDCA, acrônimo de *Plan, Do, Check, Act*, é um processo iterativo de quatro fases, definidas como (Tempelman & Schildmeijer, 2015):

1. *Plan* – Estabelecer o sistema de gestão e planeamento

Todos os projetos de melhoria devem começar por um planeamento robusto. O planeamento deve incluir uma introdução, planeamento global, requisitos para as testagens necessárias, procedimentos para estas testagens e requisitos do cliente. Nesta fase deve-se:

- a. Definir o problema;
- b. Determinar o âmbito do projeto;
- c. Identificar os objetivos de curto e longo prazos;
- d. Determinar as causas-raiz do problema que se pretende resolver;
- e. Perceber que soluções e contramedidas são possíveis de implementação.

2. *Do* – Implementar e executar

Esta fase aborda a forma de executar o que foi planeado na fase *Plan*. Nesta fase deve-se implementar as estratégias de ação planeadas, implementar as contramedidas e desenvolver e implementar os testes planeados.

3. *Check* – Monitorizar e analisar

Nesta fase deve-se acompanhar o desempenho do processo relativamente ao objetivo traçado. Devem ser desenvolvidos indicadores de desempenho e respetivas métricas, inquéritos e análises de dados de modo a identificar tendências dos novos métodos/das soluções implementadas. É aconselhável seja definida uma equipa de teste para registar os resultados dos testes.

4. *Act* – Manter e melhorar

Após a análise das novas ações de melhoria e com base nos resultados da fase anterior, devem ser tomadas medidas corretivas e preventivas para, conforme necessário, garantir melhorias adicionais. O objetivo final é que as soluções propostas constituam realmente ações de melhoria e que não se volte ao que era anteriormente.

O ciclo PDCA, ilustrado na figura 2.4, assenta numa abordagem iterativa, ou seja, deve ser repetido assim que seja concluído o ciclo, garantindo a melhoria contínua do processo ou mesmo do sistema onde esteja a ser implementado. Com base no conhecimento e experiência adquiridos nas iterações anteriores, assim como nas melhorias apresentadas, é possível melhorar cada vez mais o processo (Tucker, 2015).

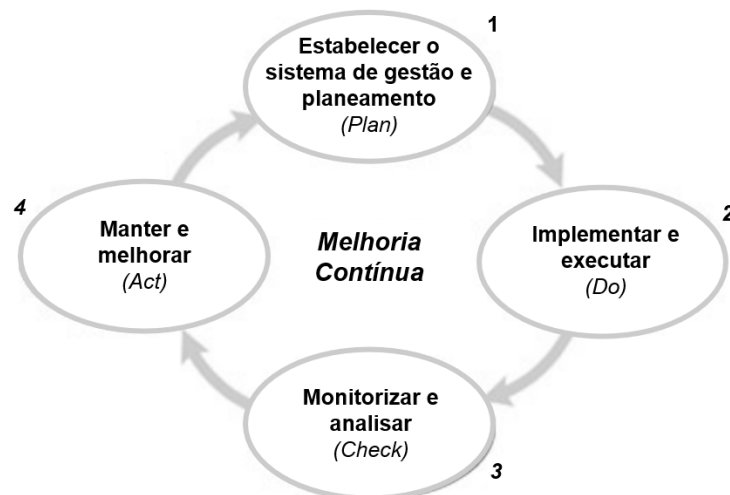


Figura 2.4 - Ciclo PDCA
Adaptado de: Liker (2004)

2.4. Ferramentas

Para garantir uma estratégia de melhoria contínua robusta, existem diversas ferramentas que se podem utilizar para, de facto, complementar e ajudar na melhoria de processos, tais como ferramentas de gestão, de análise, de planeamento e de decisão.

2.4.1. *Brainstorming* e *brainwritting*

Entre os diferentes métodos utilizados na conceção de ideias, o *Brainstorming* é o que tem mais popularidade (Wilson, 2013).

O *Brainstorming* é um processo de análise sistematizada de pensamento divergente, individual ou coletivo, adequado para gerar o máximo de ideias possíveis, para serem posteriormente avaliadas e desenvolvidas em soluções viáveis para o problema em questão (Kalargiros & Manning, 2015).

Para obter o melhor resultado na utilização do *Brainstorming* deve ter-se em conta quatro diretrizes (Osborn, 1953):

1. Gerar o maior número possível de ideias;
2. Expressar qualquer tipo de ideias;
3. Evitar qualquer tipo de crítica negativa ou julgamento relativamente às ideias dos outros;
4. Combinar e melhorar as ideias encontradas.

Considerando as quatro diretrizes, é possível maximizar e reforçar o pensamento divergente, estimulando o processo criativo e, assim, gerar ideias que de outra forma poderiam não ser conceptualizadas (Ward et al., 1999).

O *Brainstorming* possui outras vantagens que fazem com que seja escolhido em detrimento de outras ferramentas. Por exemplo, possibilita que um grupo produza um grande número de ideias num curto período de tempo, proporciona a interação social e é uma forma

de envolver vários participantes garantindo um sentido de responsabilidade apreciado pelos mesmos (Osborn, 1953).

Apesar das vantagens que o *Brainstorming* apresenta, também possui alguns pontos negativos. Segundo Brahm & Kleiner (1996), existem três aspectos negativos na sua utilização, nomeadamente:

1. As interações que ocorrem entre membros do grupo podem ser impedidas por conflitos interpessoais.
2. As diferenças de estatuto podem ter influência nas ideias apresentadas, pois alguns dos participantes podem estar relutantes em apresentar algum tipo de ideias.
3. As interações presenciais em grupos podem induzir a uma pressão que pode ser prejudicial ao pensamento criativo.

Um dos segredos para o sucesso alcançado pela utilização da ferramenta *Brainstorming* reside na capacidade dos participantes presentes evitarem criticar e julgar as ideias dos parceiros. Infelizmente, nem todos os grupos conseguem manter esta diretriz, fazendo com que alguns dos presentes não expressem as suas ideias com receio de tais críticas e julgamentos (VanGundy, 1984).

De forma a evitar os problemas encontrados pelos grupos que não conseguem executar o *Brainstorming* com sucesso, existe o *Brainwriting*, que comporta grande parte das vantagens do *Brainstorming* (Wilson, 2013).

O *Brainwriting* permite gerar ideias em grupo por escrito. Uma vantagem do *Brainwriting* é que produz mais ideias do que o *Brainstorming*, tendo em conta que as preocupações que alguns participantes possam ter relativamente a exprimirem-se oralmente são eliminadas. Muitas pessoas receiam falar em público ou mesmo à frente de um pequeno grupo. Assim, problemas tais como falta de articulação verbal ou o receio de propor ideias com pouco valor, são eliminados (Brahm & Kleiner, 1996).

No entanto, apesar de poder ser uma alternativa ao *Brainstorming*, também o *Brainwriting* apresenta alguns pontos negativos. De acordo com VanGundy (1984) existem dois aspectos negativos na utilização do *Brainwriting*:

1. Algumas pessoas não se sentem confortáveis em expressar ideias por escrito, ou seja, podem sentir que não se conseguem expressar totalmente no papel ou que a sua ortografia e gramática não é proficiente.
2. Só é útil para grupos muito grandes, quando o tempo é escasso e não existe necessidade de interação verbal entre os intervenientes.

Em suma, todas as organizações requerem ideias boas e úteis, assim como métodos eficientes para suscitar essas ideias. Apesar de não existir o método perfeito, cada situação deve ser analisada e adaptada consoante as necessidades ou exigências dos grupos podendo-se até utilizar ambos os métodos se houver benefícios em tal (Heslin, 2009).

2.4.2. Análise SWOT

A análise SWOT, *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*, é uma ferramenta de gestão estratégica que fornece as bases necessárias para a compreensão das variáveis e questões organizacionais (Porter, 1991).

Apesar da origem do termo SWOT ser desconhecida, a análise SWOT foi descrita por Learned et al. (1969) e, desde então tem prosperado como uma ferramenta essencial nas abordagens estratégicas que tem o intuito de melhorar e facilitar a tomada de decisão.

No mundo empresarial é comum que o ponto de partida de um planeamento estratégico seja o agrupamento dos fatores internos e externos existentes. Para facilitar o agrupamento destes fatores, a análise SWOT evidencia-se pela transparência na avaliação e organização dos conteúdos numa matriz (Helms & Nixon, 2010), como apresentado na figura 2.5.

Os fatores internos estão apresentados nos dois quadrantes superiores, Forças e Fraquezas (*Strengths and Weaknesses*), que normalmente incluem aspetos como imagem, estrutura, acesso a recursos, capacidade e eficiência e saúde financeira (Helms & Nixon, 2010).

Os fatores externos estão apresentados nos dois quadrantes inferiores, Oportunidades e Ameaças (*Opportunities and Threats*), que normalmente incluem aspetos como clientes, competidores, tendências de mercado, parceiros, fornecedores, novas tecnologias e regulamentos (Helms & Nixon, 2010).

Gupta & Mishra (2016) especificam ainda melhor cada fator:

- **Forças** – Referem-se às capacidades intrínsecas da organização para competir e crescer.
- **Fraquezas** – Referem-se às deficiências e debilidades que prejudicam o crescimento e a sobrevivência.
- **Oportunidades** – Referem-se às opções que constituem hipóteses de melhoria e de prolongar o crescimento.
- **Ameaças** – Referem-se aos desafios externos, não controláveis, que criam um ambiente desfavorável.

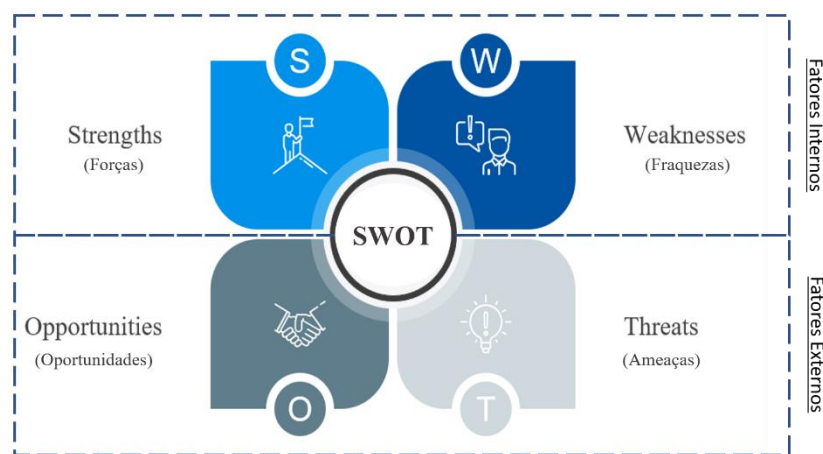


Figura 2.5 - Análise SWOT
Adaptado de: Helms & Nixon (2010)

Com a ajuda da análise SWOT é possível perceber o desempenho e o futuro da empresa e, assim, tomar as melhores decisões para garantir que a mesma é competitiva e que com hipóteses de crescimento (Gupta & Mishra, 2016). No entanto, é importante perceber que a utilização da análise SWOT, assim como outras ferramentas de organização estrutural, apenas

se destinam para fornecer uma estrutura clara para que a tomada de decisão seja facilitada. Ou seja, sem as pessoas certas para fornecer o *input* necessário ao preenchimento da análise, esta não terá resultados, concluindo assim que a análise SWOT é uma ferramenta poderosa mas apenas quando utilizada devidamente (Pandya, 2017).

2.4.3. Project Charter

O planeamento é o processo de estabelecer as ações a executar para alcançar objetivos pré-determinados. Um projeto bem-sucedido é aquele que produz resultados esperados, sendo a sua preparação um elemento chave no resultado do projeto (Hayes, 2000). Cada projeto é único, tanto em termos de âmbito como de complexidade, fazendo com que seja fundamental alinhar os objetivos, prioridades e requisitos do projeto com a visão da empresa (Guzman, 2020).

O *Project Charter* é um documento formal que autoriza a existência de um projeto onde se apresentam os detalhes e a justificação para a sua realização. Este documento permite ao gestor do projeto (*Project Manager*) ter autoridade para agir e tomar decisões, em conformidade com os aspetos apresentados no mesmo (Guimaraes et al., 2018).

Sendo o *Project Charter* um documento formal com todos os aspetos aprovados e apoiados pelo coordenador do projeto (*Project Sponsor*) ou pela direção/equipa executiva (dependendo da estrutura da empresa), é consequentemente uma peça fundamental para o sucesso do projeto, visto que facilita o trabalho de todos os envolvidos (Ovadia, 2018).

Kloppenborg (2012) defende que a criação do *Project Charter* deve incluir a envolvimento dos três seguintes participantes:

1. Project Sponsor – Coordenador do Projeto

É alguém com influência e autoridade dentro de uma empresa e principal responsável no lançamento do projeto. É a pessoa responsável por garantir que não existem barreiras e obstáculos que impedem o sucesso do projeto. As responsabilidades do *Project Sponsor* normalmente incluem:

- Tomada de decisão relativamente ao projeto;
- Aprovação de orçamentos;
- Aprovação de todas as alterações feitas ao âmbito do projeto;
- Aprovação dos resultados do projeto;
- Garantia da disponibilidade de recursos;
- Comunicação dos objetivos do projeto dentro da empresa.

2. Project Manager – Gestor do Projeto

É o principal responsável pela execução e conclusão do projeto. É a pessoa que tem de assegurar que o projeto decorre dentro dos prazos pré-definidos, não ultrapassando o orçamento definido e alcançando os seus objetivos. As responsabilidades do *Project Manager* normalmente incluem:

- Desenvolvimento do planeamento do projeto;
- Gestão dos resultados de acordo com o planeamento;

- Recrutamento, se necessário, de pessoal para o projeto;
- Gestão e liderança da equipa do projeto;
- Determinação da metodologia a utilizar no projeto;
- Atribuição de tarefas aos elementos da equipa do projeto;
- Comunicação com a gestão de topo, incluindo o Project Sponsor.

3. *Project Team* – Equipa do Projeto

É a equipa que vai participar diretamente na execução do projeto, seja em uma ou em várias fases do projeto. A equipa do projeto pode ser composta por pessoas da empresa e/ou por consultores externos. As responsabilidades dos membros da *Project Team* normalmente incluem:

- Documentação do percurso do projeto;
- Prestação de conhecimentos especializados;
- Contribuição para os objetivos globais do projeto;
- Envolvimento com os operadores para perceber, estabelecer e satisfazer as suas necessidades, assim como garantir um total entendimento dos processos.

O *Project Charter* funciona como uma referência ao longo da duração do projeto, no entanto, não é um documento estático, mas dinâmico, ou seja, pode ser alterado à medida que as circunstâncias do projeto mudem, consoante aprovação (Guimaraes et al., 2018).

Stapenhurst (2009) afirma que o *Project Charter* deve ser desenvolvido de acordo com os padrões e requisitos da empresa e deve documentar pelo menos o seguinte: (i) âmbito do projeto; (ii) razão e justificação da execução do projeto; (iii) objetivos do projeto; (iv) métricas de desempenho a avaliar (*Key Performance Indicators* - KPIs); (v) principais participantes envolvidos no projeto; (vi) calendarização; (vii) recursos e necessidades previstas.

No fim da realização do documento existem algumas perguntas chave que podem ajudar a perceber se o mesmo está completo (Stapenhurst, 2009):

1. O âmbito do projeto está bem definido? Todos conseguem compreender de forma clara o que está incluído/excluído do âmbito do projeto?
2. As razões que levaram à realização do projeto estão claras? Os fatores económicos estão incluídos?
3. Quem será impactado pelo projeto? Estarão estes alinhados com o projeto de forma a evitar barreiras ao seu sucesso?
4. Quais são os objetivos do estudo? Como irá determinar o sucesso do projeto?
5. Há algum aspeto que não está contemplado no *Project Charter* que os procedimentos/normas da empresa obriguem a contemplar?

Conseguindo responder a este conjunto de perguntas é um sinal de que o *Project Charter* provavelmente estará completo e bem preenchido, podendo-se então dar seguimento e fechar esta fase.

Como todas as ferramentas, para além das vantagens existentes na utilização do *Project Charter* num projeto, este também apresenta alguns aspetos negativos. Como este documento

é uma peça essencial na gestão de um projeto, é importante que não contenha demasiada informação nem informação desnecessária, o que muitas vezes é difícil de conseguir, principalmente quando o *Project Manager* não possui muita experiência (Gido et al., 2018).

2.4.4. Matriz de risco

Nenhum projeto está isento de risco. O risco pode ser gerido, minimizado, partilhado, transferido ou aceite, mas nunca ignorado (Taroun, 2014).

É difícil definir o que é o risco visto que é um conceito de carácter vago, dependendo do contexto e da indústria em que é utilizado. No entanto, Chavas (2004) apresenta diversas definições de risco recolhidas de diversos tipos de indústrias:

- Fatores fora de controlo;
- Fatores de controlo mal definidos;
- Falta de informação sobre os recursos necessários;
- Probabilidade de obter resultados negativos/positivos;
- Incerteza nos resultados;
- Variabilidade nos resultados;
- Perdas;
- Falha no cumprimento dos objetivos;
- Equilíbrio entre risco e recompensa;
- Magnitude/impacto do resultado.

A perceção e interpretação da informação, assim como todos os fatores que afetam estes fenómenos individualmente, são elementos psicológicos críticos que devem ser tidos em consideração na avaliação do risco (Duijm, 2015).

A gestão do risco tem recebido cada vez mais importância, dado que a avaliação correta do risco ajuda a alcançar os objetivos de um projeto (Qazi et al., 2020). Para isso existem várias ferramentas que ajudam, de forma mais ou menos incisiva, na avaliação do risco.

A Matriz de Risco é uma abordagem estruturada que identifica os riscos mais críticos para um projeto e fornece uma metodologia para avaliar os potenciais impactos dos riscos, durante a ciclo de vida do projeto. Esta abordagem foi concebida, em 1995 nos EUA, pela equipa de engenharia do Centro de Sistemas Eletrónicos da Força Aérea (Garvey & Lansdowne, 1998).

A Matriz de Risco tem sido utilizada como uma ferramenta de avaliação de risco nas diversas indústrias devido à sua simplicidade e natureza intuitiva. É fácil de implementar, mesmo quando existe limitação de dados (Li et al., 2018).

No que toca à gestão de risco, a Matriz de Risco é frequentemente utilizada com duas dimensões/eixos, impacto e probabilidade. Podem-se utilizar tanto de forma qualitativa, figura 2.6, como de forma quantitativa, figura 2.7.

Probabilidade	+	Provável	C	C	D	D
	+	Ocasional	B	C	C	D
		Poucas Vezes	A	B	C	C
		Invulgar	A	A	B	C
	-	Improvável	A	A	A	B
		Raro	A	A	A	A
			Negligenciável	Marginal	Crítico	Catastrófico
			- Impacto +			

Figura 2.6 - Matriz de risco qualitativa
Adaptado de: Li et al. (2018)

Na Matriz de Risco qualitativa o risco é apenas classificado, como uma função da probabilidade e impacto.

Probabilidade	+	5	II 5	II 10	III 15	IV 20	IV 25
	+	4	I 4	II 8	III 12	III 16	IV 20
		3	I 3	II 6	II 9	III 12	III 15
		2	I 2	I 4	II 6	II 8	II 10
	-	1	I 1	I 2	I 3	I 4	II 5
		Raro					
			1	2	3	4	5
			Negligenciável	Marginal	Significante	Crítico	Catastrófico
			- Impacto +				

Figura 2.7 - Matriz de risco quantitativa
Adaptado de: Li et al. (2018)

Na Matriz de Risco quantitativa, uma vez que as escalas são contínuas, o valor do risco é quantificado, ou seja, é o produto da probabilidade e do impacto.

Apesar da sua simplicidade e ampla utilização, a Matriz de Risco apresenta alguns aspectos negativos na sua utilização.

Qazi et al. (2020) apresenta três aspectos negativos a considerar na utilização desta ferramenta:

1. A Matriz de Risco ignora a interdependência entre os riscos, o que pode levar ao comprometimento dos efeitos entre si.
2. A Matriz de Risco não tem em consideração o perfil dos riscos individualmente, apenas projeta a exposição esperada ao risco.

3. A Matriz de Risco convencional ignora a conotação positiva da incerteza, concentrando-se só nas perdas associadas à existência de riscos individuais.

2.4.5. Diagrama *Critical To Quality*

Na fase inicial de um projeto é essencial perceber as necessidades do cliente, interno ou externo, ou da própria empresa e a sua percepção em relação ao processo, produto ou serviço que se pretende melhorar.

Perceber os requisitos impostos pelo cliente é importante para compreender os aspetos considerados críticos para a qualidade, necessários para garantir as especificações pretendidas.

Critical to Quality (CTQ) é o termo utilizado para definir estes aspetos ou características críticas para a qualidade. Refere-se aos *standards* de desempenho que têm de ser cumpridos para satisfazer as necessidades do cliente ou da própria empresa (no caso de projetos de melhoria internos). Os CTQs escolhidos para um projeto, devem ser expressos de uma forma objetiva e mensurável, embora não necessariamente numérica (Tempelman et al., 2013).

Tempelman et al. (2013) apresentam quatro passos essenciais para conseguir definir estes aspetos críticos para a qualidade:

1. Identificar o cliente, interno ou externo, e determinar qual o segmento de mercado/área de negócio onde se vai intervir;
2. Recolher o máximo de dados possível, e procurar e preencher as lacunas encontradas;
3. Analisar os dados de forma a obter uma lista das principais necessidades dos clientes;
4. Traduzir as principais necessidades dos clientes em CTQs;

Uma ferramenta que ajuda na definição destes CTQs é o Diagrama CTQ, que ajuda a organizar a informação recolhida sobre cada um (Antony et al., 2012).

Apesar de ser uma ferramenta dinâmica o Diagrama CTQ, normalmente, apresenta três grandezas (Webb & Furterer, 2019):

1. Necessidades do cliente;
2. Fatores que impulsionam/levam às necessidades;
3. Aspetos críticos para a qualidade que advêm desses fatores;

2.4.6. *Force Field Analysis*

Qualquer mudança dentro de uma organização é geralmente caracterizada pela luta entre as forças que querem manter o *status quo* (situação atual) e as que impulsionam a mudança pretendida (Salaheldin, 2003).

No contexto do planeamento organizacional, uma força refere-se a qualquer influência que atua numa organização de tal forma que o estado da mesma é alterado pela preponderância desse fator. Estas forças são quantificadas e analisadas representando-as num diagrama de forças, a *Force Field Analysis*. Na sua forma mais simples, este diagrama retrata os fatores positivos e negativos que contribuem para a situação atual da organização nesse campo (Schwering, 2003).

Lewin et al. (1951) descrevem a *Force Field Analysis* pela primeira vez em 1951 e definiu-a como uma técnica de resolução de problemas e de planeamento de ações.

A *Force Field Analysis* é útil para identificar as forças que devem ser tratadas antes de qualquer projeto de melhoria, percebendo *a priori* que forças podem ser prontamente alteradas, isto é, compreender quais as forças inibidoras que podem ser reduzidas com menos esforço e quais as forças impulsionadoras que podem ser facilmente fortalecidas (Salaheldin, 2003).

Lan & Lee (1997) apresentam quatro passos fundamentais para uma *Force Field Analysis* ser bem sucedida:

1. Identificar as principais forças impulsionadoras que promovem a mudança desejada e as forças inibidoras desta mudança.
2. Estimar a força/importância de cada força e representá-la no diagrama através de uma seta.
3. Somar as forças impulsionadoras e inibidoras à mudança identificadas e estimadas nos pontos 1 e 2, respetivamente, e fazer uma comparação quantitativa entre ambas. Uma mudança ao *status quo* só deve ocorrer se o somatório for positivo para o lado das forças impulsionadoras.
4. Conceber objetivos específicos para a mudança que teriam o efeito de aumentar as forças impulsionadoras e diminuir/transformar as forças inibidoras.

A *Force Field Analysis* apresenta-se em diagrama na figura 2.8, onde são mostradas as forças favoráveis à mudança à direita e as que dificultam a mudança desejada à esquerda.

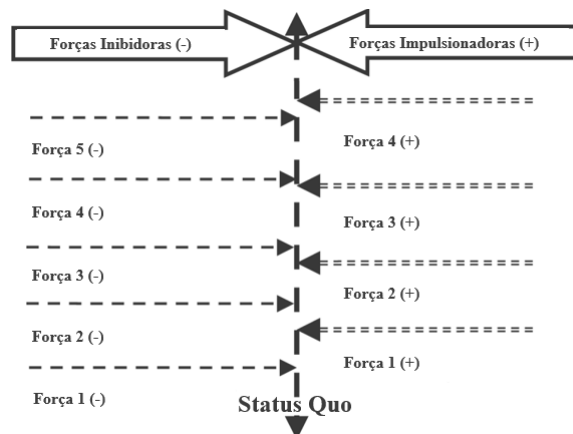


Figura 2.8 - *Force Field Analysis*
Adaptado de: Luh Lan & Lee (1997)

As forças podem estar relacionadas com uma grande variedade de questões, dependendo do contexto onde o planeamento está a ser executado, como por exemplo a vontade (positiva ou negativa) expressa pelas partes interessadas ou influentes no processo, o sistema de recompensas/castigos que influenciam o comportamento dos intervenientes ou a pertinência da alocação de recursos para o desafio em questão (Thakkar et al., 2006).

No entanto, apesar da *Force Field Analysis* ser uma boa opção para explorar questões de planeamento mostra-se mais eficaz em situações onde existem pelo menos algumas relações causa-efeito relativamente previsíveis na situação em questão. Em situações em que existe

incerteza e caos, esta ferramenta pode apresentar algumas dificuldades. Um exemplo onde tais situações de incerteza são encontradas é a entrada em mercados desconhecidos ou a introdução de um produto novo no mercado (Schwering, 2003).

2.4.7. Gráfico de *Gantt*

O Gráfico de *Gantt* é uma das ferramentas de planeamento e controlo mais utilizadas em projetos e faz parte da linguagem comum da comunidade de gestão de projetos (Geraldini & Lechter, 2012). Esta ferramenta foi inventada há aproximadamente 100 anos por Henry Laurence *Gantt*, escritor considerado na altura alguém com elevada capacidade intelectual. Tinha como objetivo inicial a monitorização e redução da inatividade e ociosidade, assim como aumentar a responsabilidade dos operadores/gestores pelos níveis de produtividade existentes (Wren, 2015).

Atualmente, o Gráfico de *Gantt*, é uma ferramenta gráfica utilizada para planificar e acompanhar o progresso do trabalho. Fornece uma visão geral das atividades, assim como a sua duração. É adequado e utilizado no controlo e coordenação da calendarização das atividades em curso (Mikkelsen & Riis, 2017).

O Gráfico de *Gantt* é considerado uma ferramenta simples, intuitiva, prática e útil que ajuda a segregar e ligar as atividades e durações dos projetos, assim como a coordenar um grande número de tarefas, permitindo aos seus gestores acompanhar todas as iniciativas presentes/propostas no projeto e concentrar a sua atenção na superação dos obstáculos encontrados evitando atrasos (Geraldini et al., 2011).

Geraldini & Lechter (2012) apresentam seis princípios básicos que estão intrínsecos ao Gráfico de *Gantt*:

1. **Centrado no tempo** – O Gráfico de *Gantt* permite a coordenação e gestão baseada no tempo, garantindo a entrega dos resultados de todas as atividades do projeto nos prazos e datas estabelecidas. Esta ferramenta define, quantifica e controla as interações das atividades em termos de tempo e sequência.
2. **Objetivo** – Cada atividade deve ser analisada ao pormenor, de modo a conseguir estabelecer a melhor forma de realizar cada atividade e o tempo necessário para a realizar. Como o Gráfico de *Gantt* permite visualizar as atividades do projeto, promove uma compreensão objetiva da realidade, independentemente da interpretação de quem o analisa.
3. **Determinístico** – É expectável que todas as atividades presentes sejam previsíveis (minimamente) e que descrevam o projeto a realizar, a sua duração e conclusão prevista. É importante que se perceba que a duração não é aleatória, podendo, no entanto, existir variáveis aleatórias que façam alterar a duração.
4. **Analítico** – Aumentar a compreensão das atividades de cada projeto e da sua duração através da sua análise e avaliação permite aos gestores estabelecer responsabilidades e observar padrões que permitem a melhoria destas atividades. O Gráfico de *Gantt* baseia-se na análise pormenorizada dos processos, visto que estes são

subdivididos em várias atividades mais simples, obtendo-se, assim, uma melhor compreensão do mesmo.

5. **Responsabilização** – Como o projeto está subdividido em várias atividades, o Gráfico de *Gantt* permite que cada pessoa envolvida esteja responsável por alguma atividade, e não apenas um único responsável principal (da totalidade do projeto). Assim, consegue-se perceber quem é o responsável pela apresentação de todos os fatores importantes para a execução conforme do projeto individualmente.
6. **Sequencial** – O Gráfico de *Gantt* apresenta atividades com uma sequência específica, na qual cada uma só começa quando a(s) precedente(s) estiver(em) terminada(s). Nos Gráficos de *Gantt* com mais complexidade é normal existirem várias atividades secundárias (tarefas) em cada atividade e/ou processos iguais presentes em atividades diferentes, sendo que, nestes casos é normal existir a presença de alguns símbolos e respectivas legendas (figura 2.9).

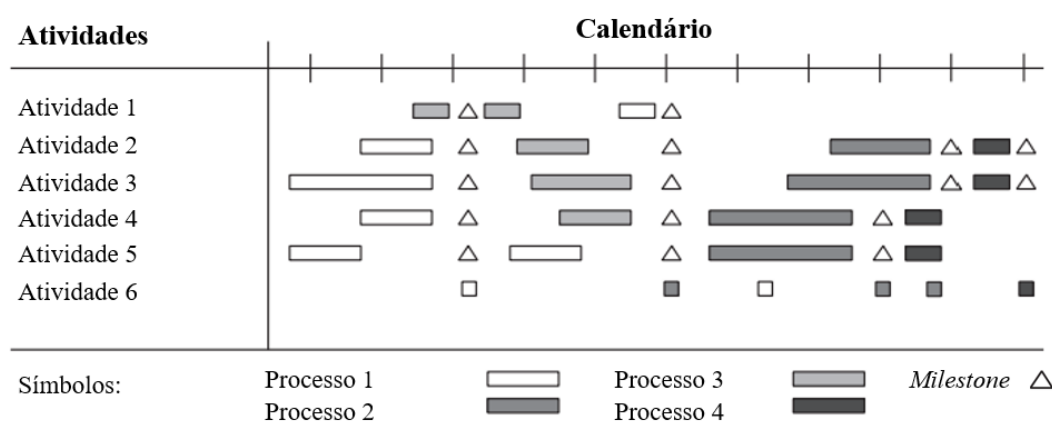


Figura 2.9 - Gráfico de *Gantt*
Adaptado de: Mikkelsen & Riis (2017)

Tal como a maioria das ferramentas utilizadas no universo do planeamento e coordenação, também o Gráfico de *Gantt* apresenta algumas desvantagens na sua utilização. Apesar de apresentar atividades sequenciais e frequentemente com os mesmos processos em diferentes atividades, esta ferramenta não apresenta interdependências entre atividades. Assim, não é a melhor ferramenta para analisar abordagens alternativas às atividades propostas e, no caso de existirem, perceber quais os efeitos dos atrasos (Mikkelsen & Riis, 2017).

2.4.8. SIPOC

Um processo pode ser definido como uma série de atividades inter-relacionadas que utilizam um ou mais *inputs* e os transformam em *outputs* com valor para o cliente (Hutwelker, 2019). Para o bom funcionamento do processo é fundamental estabelecer uma ligação de comunicação entre os requisitos do cliente e os parâmetros do processo. A forma mais simples e intuitiva de fazer esta ligação é através de uma representação esquemática do processo, ou

mapeamento de alto nível do processo, apresentando de que forma as etapas do processo se relacionam e identificando *bottlenecks*, redundâncias e desperdícios do mesmo (Muralidharan, 2015).

Segundo Tempelman et al. (2013), existem vantagens na utilização de uma representação esquemática de um processo, nomeadamente:

- Ajuda a equipa a compreender o processo;
- Assegura que todos os membros da equipa têm a mesma perspetiva sobre o processo;
- Valida o âmbito do projeto;
- Proporciona um objetivo para a equipa;
- Ajuda a identificar as áreas que se encontram dentro do controlo do gestor de projeto;
- Ajuda a explicar o processo a outros, tanto a nível interno como externo.

Uma das melhores ferramentas para construir um mapeamento de alto nível de um processo é o SIPOC, acrónimo de *Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*, que segundo Muralidharan (2015), têm o seguinte significado:

- **Supplier** – Pessoa ou organização que fornece o *input* necessário ao processo. Podem existir vários fornecedores, os quais podem ser internos ou externos;
- **Input** – Materiais, recursos ou dados/informações chave que são necessários para realizar o processo;
- **Process** – Conjunto de atividades que requerem um ou mais tipos de *input* e que originam o *output* com valor acrescentado para o cliente;
- **Output** – Produtos tangíveis ou serviços intangíveis que são o resultado final do processo;
- **Customer** – Pessoa ou organização que recebe o *output* do processo. À semelhança do *Supplier*, podem existir vários clientes que podem ser internos ou externos.

A utilização do SIPOC ajuda a definir o âmbito do projeto, determinando os *inputs* e *outputs* do processo, assim como os fornecedores com eles relacionados (Hutwelker, 2019).

Tempelman et al. (2013) definem sete passos que ajudam na construção de um mapeamento SIPOC:

1. Identificar o início e o fim do processo;
2. Definir as atividades principais do processo, desde o seu início até ao fim (quatro a sete atividades);
3. Determinar os principais *inputs* do processo;
4. Identificar os *outputs* do processo, com a ajuda das seguintes perguntas:
 - a. Que produto/serviço provém do processo?
 - b. Quando é que o processo termina?
 - c. Que informações resultam do processo?
5. Identificar os clientes de cada *output*;
6. Identificar os principais fornecedores, com a ajuda das seguintes perguntas:
 - a. Quem são os fornecedores?
 - b. O que é que estes fornecem?

- c. Onde é que estes influenciam o fluxo do processo?
- d. Que efeito é que estes têm no processo e nos *outputs*?
7. Validar o mapeamento que foi criado com a situação atual de forma a confirmar que o que foi mapeado corresponde à realidade.

A figura 2.10 contém um exemplo de um mapeamento de alto nível SIPOC.

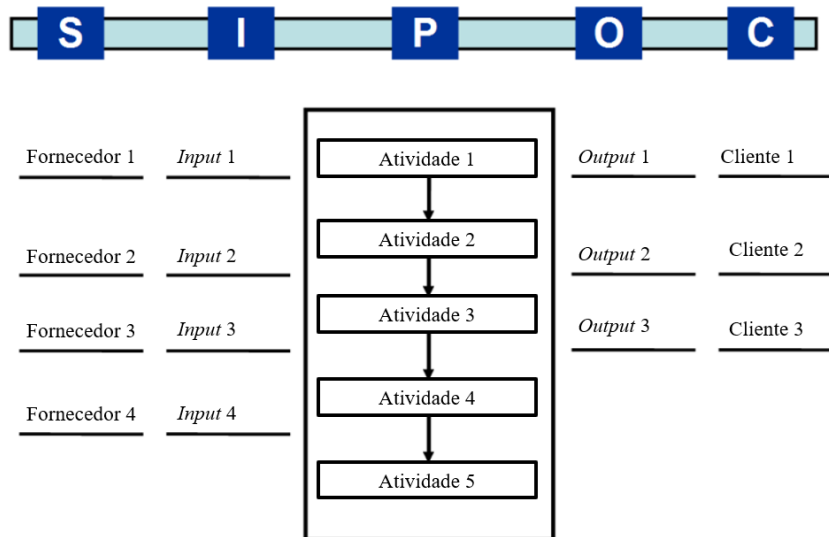


Figura 2.10 - Mapeamento de alto nível SIPOC
Adaptado de: Tempelman et al. (2013)

2.4.9. Gemba Walk

O *Gemba Walk* é uma ferramenta de gestão muito importante que consiste em ir ao "chão de fábrica" perceber exatamente a situação atual. No entanto, o *Gemba Walk*, ou ir ao *Gemba*, é muito mais do que estar presente no "chão de fábrica" e perguntar aos operadores como está a situação (Locher, 2011).

Segundo Schipper & Swets (2009), o objetivo da *Gemba Walk* é:

1. Ajudar os operadores a desenvolverem hábitos de reconhecimento de desperdícios;
2. Ajudar os operadores a perceberem os impactos/efeitos negativos que os desperdícios têm no processo;
3. Identificar as causas-raiz dos problemas encontrados.

Existem alguns pontos chave para a execução da *Gemba Walk* com sucesso. Muitos dos operadores receiam ser culpabilizados, assim, como gestor, é importante assegurar um ambiente de segurança que permita aos operadores exprimirem os seus problemas, responderem honestamente e até discordarem das observações e conclusões, tanto do gestor como dos colegas (Locher, 2011).

Tempelman & Schildmeijer (2015) apresentam um conjunto de boas práticas para a realização de um *Gemba Walk* bem-sucedido:

1. Apresentar o objetivo e âmbito do projeto;

2. Ouvir e deixar os operadores falarem;
3. Garantir um ambiente seguro e mostrar respeito pelos operadores;
4. Olhar para o processo e não para as pessoas, evitar culpabilizar os operadores;
5. Estar atento aos desperdícios (Muda), desnivelamentos (Mura) e sobrecargas (Muri).
6. Procurar/Investigar as causas-raiz com a ajuda dos operadores;

2.4.10. Matriz de decisão

Os gestores de projeto trabalham para garantir a conclusão dos projetos, o mais rápido possível e com o menor custo. Assim, uma das principais tarefas de um gestor de projeto é garantir a tomada de decisão para alcançar esses objetivos (Tran, 2020).

Problemas complexos com múltiplos critérios requerem técnicas especiais de tomada de decisão. A Matriz de Decisão é uma ferramenta de decisão, intuitiva e simples de utilizar que, apesar da sua simplicidade, consegue ajudar a decidir entre várias situações de incerteza mesmo com naturezas inerentes diferentes (Colwell et al., 2000).

Esta ferramenta tem sido aplicada em vários contextos empresariais e tem como principal objetivo apoiar a tomada de decisão tendo em consideração a contribuição de todos os aspetos inerentes ao processo (Tekreeti & Beheiry, 2016). Assim, a Matriz de Decisão é utilizada para ponderar as diferentes alternativas com base nos critérios desejados e deve ser construída através dos passos seguintes (Tempelman et al., 2013):

1. A cada critério é atribuído um peso, dependendo da sua importância;
2. As alternativas são pontuadas em relação à medida em que satisfazem o critério em questão;
3. Estas pontuações são multiplicadas pelos pesos dos respetivos critérios, obtendo um valor para cada critério;
4. Os valores são depois somados, fazendo esse total de cada alternativa, uma classificação entre as mesmas. Com a classificação, é possível decidir entre as alternativas.

A figura 2.11 ilustra o exemplo de uma Matriz de Decisão.

		Alternativa 1		Alternativa 2	
Critérios	Peso (1-10)	Pontuação (1-10)	Valor do Critério	Pontuação (1-10)	Valor do Critério
1) Critério 1	2	4	8	10	20
2) Critério 2	8	10	80	5	40
3) Critério 3	10	10	100	8	80
4) Critério 4	9	9	81	10	90
5) Critério 5	6	10	60	4	24
		Totaal:	329	Totaal:	254

Figura 2.11 - Matriz de Decisão
Adaptado de: Tempelman et al (2013)

Com base na classificação de todas as alternativas, é possível obter uma compreensão clara de todos os fatores relacionados com a tomada de decisão e, de facto, tomar a melhor decisão com a informação disponível.

2.5. Síntese do capítulo

A mobilidade elétrica e os benefícios ambientais que lhe estão associados assumem nos dias de hoje um papel chave na descarbonização do setor dos transportes. Além da consciencialização ambiental, os incentivos governamentais têm vindo a contribuir para que, cada vez mais, as empresas se disponham a enfrentar e encontrar formas de contornar as barreiras associadas a este tipo de mobilidade.

A imaturidade tecnológica dos VEs e principalmente da infraestrutura necessária ao carregamento destes, revela que a procura pela melhoria contínua, em conjunto com a aplicação de ferramentas e metodologias de apoio a esta filosofia, é útil para as empresas conseguirem eletrificar as suas frotas.

Porém esta tarefa é complexa, quer pela imaturidade, quer pela variedade de produtos existentes no mercado, desde veículos a PCVEs, com autonomias e tempos de carregamento diferentes, passando pelos CEMEs e a liberalização do mercado da energia. Assim sendo, é importante que a empresa adeque a sua estratégia de acordo com os seus recursos e objetivos.

CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A presente dissertação foi desenvolvida num grupo empresarial considerado de referência no setor da mobilidade. Este capítulo apresenta a evolução histórica da empresa, bem como a sua missão, valores e ideais. Posteriormente, caracteriza-se a frota corporativa, objeto de análise, considerada a 5ª maior de Portugal.

3.1. O Grupo Brisa

A Brisa surgiu em 1972, fundada por Jorge de Brito. Inicialmente a empresa dedicava-se à construção de infraestruturas, nomeadamente a construção daquela que é hoje considerada a espinha dorsal do sistema rodoviário português.

Com o decorrer dos anos, e apesar de manter no seu *core* de negócio a operação e manutenção de infraestruturas, a Brisa procurou posicionar-se como uma referência na área da mobilidade eficiente, propondo soluções inovadoras, focadas na tecnologia e no serviço ao cliente.

Ao longo da sua existência, a Brisa destaca como marcos de sucesso e provas desta visão inovadora (Brisa, n.a.):

1) **Criação do serviço de assistência rodoviária** - Consiste num conjunto de carrinhas que diariamente operam e patrulham as autoestradas operadas pelo grupo Brisa. Tem especial foco no cliente e na garantia da sua segurança. Estas patrulhas procuram garantir as boas condições de circulação, respondendo de forma imediata a qualquer necessidade de intervenção, seja porque existe lixo ou detritos resultantes de intempéries nas vias de circulação, um animal atropelado, ou pela ocorrência de um acidente. Estas carrinhas são consideradas veículos de emergência e em caso de ocorrência de um acidente são o primeiro veículo a chegar ao local (figura 3.1). Faz parte das suas funções, proteger as pessoas, os veículos e a zona acidentada, bem como alertar todos os outros condutores do perigo existente na estrada. Só abandonam o local após o veículo e as pessoas serem removidas da via de circulação e estarem em segurança, são ainda responsáveis pela limpeza da mesma após a ocorrência.



Figura 3.1 - Carrinhas da Assistência Rodoviária

2) **Implementação do multibanco nas portagens** - Até à década de 80 do século passado, apesar das praças de portagem terem um aspeto visual semelhante ao de atualmente, a sua operação estava longe de ser parecida com o modelo atual. Cada praça de portagem era operada por um colaborador responsável por cobrar o custo associado à circulação dos veículos (figura 3.2). A Brisa foi pioneira no que diz respeito à possibilidade de efetuar o pagamento de portagens através do serviço multibanco.



Figura 3.2 - Operação de cobrança de portagens na década de 80 do século XX

3) **Criação do serviço Via Verde** - O serviço de pagamento de portagens Via Verde foi criado em 1991 na Universidade de Aveiro. É a prova do foco do grupo Brisa na tecnologia como processo evolutivo para a criação de valor. Este serviço baseou-se na criação de vias exclusivas para os seus utilizadores de modo a permitir o pagamento de portagens sem a necessidade de parar o veículo e interagir com um operador ou terminal.

A Via Verde assume-se como o ponto de viragem do grupo Brisa para área da mobilidade. Atualmente é uma empresa subsidiária do grupo Brisa, representa a visão da empresa e é a marca do grupo.

O serviço Via Verde é utilizado em toda a rede de concessões de autoestradas de âmbito nacional. Mas, atualmente, vai além do pagamento de portagens, incluindo o pagamento de:

- A. Abastecimentos de combustível
- B. Estacionamento em parques protocolados
- C. Bens de consumo em cadeias de restauração e farmácias com serviço *drive-thru*
- D. Carregamentos de VEs na rede pública

4) **Criação do Centro de Coordenação Operacional (CCO)** - Em 2004, o grupo Brisa realiza o investimento na criação de um complexo destinado à centralização das operações de socorro, proteção, patrulhamento, assistência e informação aos clientes. O CCO opera em conjunto com 16 Centros Operacionais distribuídos pelo país, maximizando a eficácia da gestão do tráfego na rede Brisa. Neste complexo são centralizadas as informações recolhidas por mais de 500 equipamentos de telemática, 35 estações de controlo ambiental e 1461 postos de SOS que cobrem toda a concessão, sendo um exemplo da aposta na inovação e tecnologia

É ainda a partir do CCO (figura 3.3) que são, atualmente, coordenadas todas as carrinhas de assistência rodoviária. A comunicação contínua com estes veículos e controlo via GPS permite ao CCO efetuar uma distribuição eficaz dos recursos e reduzir o tempo de resposta a eventuais necessidades de intervenção.



Figura 3.3 - Centro de Coordenação Operacional

Atualmente, o grupo Brisa está sediado em São Domingos de Rana. É composto por um conjunto de 11 empresas e opera 5 concessões em Portugal, que no seu total perfazem 14 autoestradas correspondentes a 1525 km.

3.2. Frota Brisa

O departamento de GF assume uma função transversal a todas as empresas do grupo Brisa. É responsável pela gestão de um total de 746 veículos de várias tipologias, desde ligeiros de passageiros e comerciais a pesados de 26 toneladas.

3.2.1. Modelo de aquisição e categoria de veículos

De acordo com a figura 3.4 os veículos podem ser classificados em dois grupos, com base no seu modelo de aquisição. A maioria dos veículos são adquiridos segundo um modelo de *renting*, porém, devido às especificidades da sua operação, existem veículos em que as alterações que sofrem são de tal forma significativas que é necessário proceder à sua aquisição, uma vez que os custos das penalizações resultantes do final do contrato de *renting*, devido às alterações necessárias realizar, são demasiado dispendiosas. São exemplo de veículos de aquisição, as já mencionadas carrinhas da assistência rodoviária (69), carros da Brigada de Trânsito da Guarda Nacional Republicana (GNR BT) (70) e os pesados (17). No caso dos veículos pesados, não é tanto pelas alterações que sofrem, mas porque não existem em Portugal locadoras de dimensão a trabalhar com esta tipologia de veículos.

Com base na sua função, a frota do grupo Brisa pode ser categorizada em três categorias (figura 3.4):

- **Veículos Operacionais (VOP)** - tipologia de veículos destinados à realização de operações relacionadas com os serviços prestados pelo grupo Brisa. Nesta tipologia enquadram-se todos os veículos próprios e os veículos de *renting* com funções operacionais.
- **Veículos de Utilização Pessoal (VUP)** - são veículos de direção, atribuídos a colaboradores para uso pessoal. São adquiridos exclusivamente segundo o modelo *renting*.
- **Veículos de Pool** - são veículos disponíveis para requisição por utilizadores que não têm nenhum veículo atribuído em caso de necessidade de deslocações em serviço. Também estes, são veículos adquiridos exclusivamente segundo o modelo de *renting*.

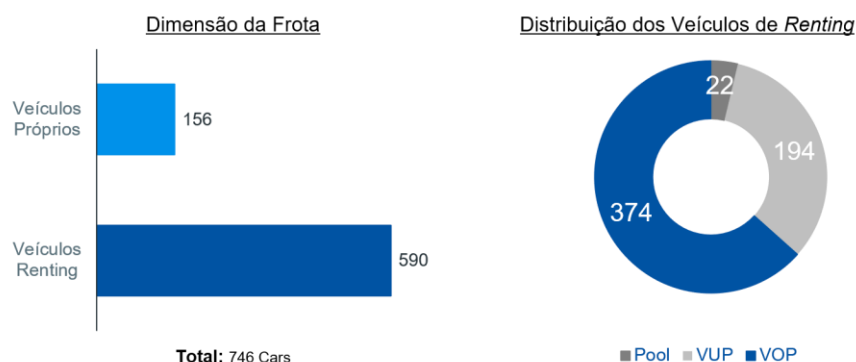


Figura 3.4 - Categorização da frota do grupo Brisa

3.2.1.1. Segmentos dos veículos VOP

No que diz respeito aos VOP este tipo de veículos pode ainda ser discriminado e organizado em segmentos de frota com base nas operações que realizam. Assim, além dos veículos de Pool e dos VUP existem mais 7 segmentos, nomeadamente:

- **Camiões de Manutenção** - São camiões grua utilizados para a assistência a obras nos troços de autoestrada.
- **Carrinhas da Assistência Rodoviária** - Já mencionadas na secção 3.1, são responsáveis pelo patrulhamento e prestação de serviços de assistência a clientes.
- **Carrinhas de Obra Civil** - Responsáveis pela realização de trabalhos de obra civil e tratamento da vegetação.
- **Furgão de Manutenção Eletrónica** - Utilizados por equipas dedicadas à manutenção eletrónica de equipamentos existentes tanto nas autoestradas, como nos Centros Operacionais e praças de portagem.
- **Veículos de Fiscalização** - Veículos atribuídas aos topógrafos e fiscais de obra
- **Veículos da GNR** - São veículos destinados à utilização da GNR BT para o patrulhamento exclusivo das autoestradas concessionadas pelo grupo Brisa.
- **Veículos de Portagens** - Sendo as praças de portagem a principal fonte de receita do grupo Brisa, existe uma operação dedicada à sua supervisão. Estes veículos são utilizados pelo encarregado de um conjunto de portagens para que se movimente entre elas. Este segmento de veículos será mais bem detalhado no decorrer do capítulo 4.

3.2.2. Atividades desenvolvidas pelo departamento de GF

No que toca às funções do departamento de GF, associadas à gestão destes veículos existe um conjunto de operações levadas a cabo pelo departamento, das quais se destacam:

- Aquisição de veículos e todos os documentos legais para a sua circulação
- Decoração e preparação para as operações que irão desempenhar (exemplo: sinalética de emergência, colocação de pontes luminosas, *microleds* e armários)
- Gestão do ciclo de vida dos veículos, o que inclui a gestão de acidentes, avarias e necessidades de manutenção
- Renegociação contratual dos contratos de *renting*
- Desinvestimento de veículos, o que no caso dos veículos de *renting* consiste na devolução à locadora e no caso dos veículos próprios na colocação do veículo em leilão

Além das operações relacionadas com a gestão dos veículos, a GF é ainda responsável pela gestão da condução e condutores. Para o efeito, desenvolveu um programa de formação designado Academia Brisa de condução (ABC), cujo principal objetivo é formar os colaboradores do grupo em técnicas de condução. Os conteúdos abordados vão desde técnicas de condução defensiva, a procedimentos de sinalização e paragem na autoestrada, passando por metodologias concretas para a prática de um estilo de condução mais sustentável e económico.

Por último, mas não menos importante, a GF é ainda responsável pela centralização de um conjunto de informações no sistema de gestão de frota - XRP -, da qual se destacam informações relativas aos consumos e às distâncias percorridas. No âmbito desta função a gestão

de topo decidiu que a mobilidade elétrica é atualmente uma tendência com resultados comprovados e à qual o departamento de GF não poderia permanecer indiferente. Desde 2008 que o grupo Brisa testa a aplicabilidade de VEs ao seu modelo de operação, tendo até aqui optado sempre por VEH e em situações muito pontuais, através da eletrificação de um veículo em particular. No entanto, o parecer da gestão de topo sugeria que era hora de ir mais além, através de implementação de forma mais massiva de VEBs.

3.2.3. Compromisso com a transição energética

A frota do grupo Brisa, assumiu o compromisso com a transição energética, sendo os principais objetivos a redução de emissões de GEE e a redução dos custos de mobilidade.

Os benefícios são claros, além das reduções objetivadas percebeu-se a existência de um *momentum* favorável à aquisição deste tipo de veículos, devido aos significativos incentivos fiscais que lhes estão atribuídos.

Do mesmo modo, dada a inexperiência do departamento de GF com a utilização de VEBs, foi feito um levantamento das principais barreiras associadas, das quais se destacam:

1. Autonomia reduzida dos VEBs
2. Tempo de abastecimento demorado
3. Imaturidade da rede pública

Quanto às barreiras 1) e 2), estas estão dependentes da evolução tecnológica e nisso o grupo Brisa não pode intervir. Por sua vez, no que toca à barreira 3), o departamento de GF propôs a criação de uma infraestrutura de carregamento interno para os VEBs a adquirir, caso existam possibilidades financeiras para tal. A criação desta infraestrutura, além de minimizar os impactos das barreiras mencionadas, prevê a disponibilidade imediata e onde necessária do ponto de carga, bem como a redução dos custos associados ao carregamento de um VE. Na rede de carregamento interna o custo é apenas relativo à energia consumida, e pago ao valor do kWh contratualizado para os edifícios, enquanto que na rede de carregamento pública o valor do kWh tem maior custo, por estar associado à mobilidade, e o total da transação incluir o pagamento de taxas de OPC e EGME.

Além do dimensionamento da infraestrutura no que toca a necessidades de *hardware*, e no âmbito do registo de informações relativas ao consumo, coloca-se o desafio de como podem ser obtidas estas informações após a transição para a mobilidade elétrica. Até ao momento, todos os consumos são registados com base em transações monetárias, decorrentes da realização de um abastecimento num posto de venda de combustível. Para o caso de carregamentos de VEs realizados na rede pública o processo manter-se-ia, porém, no que toca aos carregamentos efetuados na rede interna será necessário desenvolver uma solução para diferenciar os consumos energéticos associados às instalações e à mobilidade elétrica. Só desta forma será possível rastrear e quantificar o custo associado aos consumos dos VEBs que se pretendem adquirir.

3.3. Caracterização da equipa do projeto

O impacto da transição energética ambicionada é transversal a vários departamentos. Apesar do objeto alvo do projeto ser a frota corporativa, o dimensionamento da infraestrutura de carregamento necessária para abastecer os VEBs exige competências que ultrapassam a GF. Assim, desde o início do projeto, a gestão de topo considerou necessária a criação de uma equipa de projeto abrangente que envolvesse os departamentos de Infraestruturas e de Manutenção Elétrica.

O departamento de Infraestruturas é responsável pela coordenação, contratação e dimensionamento de tudo o que são necessidade de obra civil nos sites do grupo Brisa. A instalação de PCVEs tem necessariamente de ser acompanhada pela reformulação das instalações elétricas, bem como o dimensionamento e aquisição de novos quadros elétricos que permitam a utilização de forma segura das potências necessárias para o carregamento de um VEB. A responsabilidade deste departamento recai sobre o Engenheiro Vitor Pereira, chefe do departamento há 9 anos e colaborador do grupo Brisa há mais de 20 anos.

Por sua vez, a instalação e posterior manutenção dos PCVEs, tem de ser acompanhada por técnicos eletricitas profissionalmente preparados para a tarefa. Esta responsabilidade recai sobre o departamento de Manutenção Elétrica, chefiado há 3 anos pelo Engenheiro Alexandre Alves, colaborador da Brisa há cerca de 5 anos.

O alinhamento destes dois departamentos com a GF é crucial para que se atinjam os resultados expectáveis para o projeto. As especificidades das competências de cada departamento garantem que, como equipa, se encontrem reunidas as condições técnicas necessárias para avançar com a eletrificação da frota corporativa do grupo Brisa.

3.4. Síntese do capítulo

A integração e acompanhamento do departamento de GF, bem como a análise das principais atividades desenvolvidas pelo mesmo e a estruturação da frota corporativa do grupo Brisa, presente neste capítulo, tornam possível a identificação das necessidades fundamentais a ter em consideração para atingir, com sucesso, a transição energética ambicionada.

A heterogeneidade da frota no que diz respeito à tipologia de veículos indica a impossibilidade de aplicar uma estratégia de eletrificação transversal a toda a frota e será ponto de partida para a estratégia de eletrificação gradual a ser abordada no próximo capítulo.

Além disso, a experiência reduzida de utilização de VEs para satisfazer as necessidades operacionais da organização, já iniciada em 2008, realça as barreiras associadas à mobilidade elétrica, nomeadamente:

1. Autonomia reduzida dos VEBs
2. Tempo de carregamento demorado
3. Imaturidade da rede pública

Todas estas barreiras são consequência direta da imaturidade tecnológica e devem ser trabalhadas no planeamento e implementação do processo de eletrificação.

Destaca-se as necessidades de *hardware*, que realçam a importância do dimensionamento da infraestrutura de carregamento de modo a permitir a disponibilidade imediata e onde necessária de pontos de carga, o que implica os seguintes fatores:

1. Quantidade de PCVEs
2. Localização dos PCVEs
3. Potência dos PCVEs

A criação desta infraestrutura tem consequências diretas num dos objetivos pretendidos, a redução dos custos de mobilidade, uma vez que, apesar do investimento necessário, o carregamento dos VEBs numa rede de carregamento interna implica num menor custo.

Por sua vez, a constituição de uma rede interna de carregamento e dada a importância da informação relativa ao consumo dos veículos, cria a necessidade de distinguir o que são consumos elétricos associados à mobilidade do que é o consumo elétrico associado à instalação. Assim, é de maior importância o levantamento das necessidades de *software*, que devem e serão consideradas no capítulo 4, para tornar a adoção da mobilidade elétrica viável e gerível.

METODOLOGIA DE ELETRIFICAÇÃO DE VEÍCULOS

Este capítulo apresenta, de forma detalhada, uma metodologia de eletrificação de um segmento da frota de veículos do grupo Brisa materializada através da aplicação do ciclo PDCA. Por se tratar de uma transição energética, com objetivos específicos de redução de emissões de GEE e custos de mobilidade, este projeto é analisado do ponto de vista da implementação de uma melhoria.

4.1. A razão do Ciclo PDCA

Quando se planeia eletrificar uma frota, a novidade de conceito e a imaturidade da tecnologia são obstáculos que devem ser tidos em consideração. Independentemente das rotinas operacionais dos veículos que se pretendem eletrificar, a ansiedade de autonomia e o tempo necessário à realização de um carregamento, são fatores que deixam reticente o tomador de decisão.

A operação do grupo Brisa inclui ciclos de patrulha que decorrem durante vinte e quatro horas, sete dias por semana, como é exemplo o segmento de frota da Assistência Rodoviária. Este segmento é composto por 69 carrinhas que diariamente patrulham e respondem a intervenções nas autoestradas. A patrulha é dividida em três turnos com paragens entre turnos de intervalos com duração igual a 30 minutos. Apesar dos condutores mudarem, as carrinhas circulam praticamente sem paragem, pelo que fazem médias diárias na ordem dos 500 km.

Partindo deste pressuposto, não seria possível aplicar uma estratégia de eletrificação transversal a toda a frota. Tomando como exemplo o segmento mencionado, a insuficiência de autonomia dos veículos para realizar os patrulhamentos, ou a limitação existente devido ao intervalo entre turnos (duração do período de estacionamento da carrinha) ser inferior ao tempo necessário para realizar um carregamento completo (cuja duração mínima será de 45 minutos num PCUR) iria resultar no incumprimento das obrigações do contrato de concessão. Este segmento de frota é impossível de eletrificar atualmente, a não ser através da aquisição de mais veículos que pudessem substituir o número existente durante o tempo necessário de carregamento.

A decisão de comprar um veículo é uma decisão que impacta no longo prazo, pelo que devido aos elevados custos, quando se avança para o processo de aquisição é necessário garantir-se que as características do veículo dão resposta às necessidades operacionais para as

quais é adquirido. Assim, com base nas autonomias e tempos de carga que atualmente se conhecem, e enquanto se esperam avanços tecnológicos na área da mobilidade elétrica, o primeiro passo é identificar se existe algum segmento cujas necessidades possam ser satisfeitas pelas atuais soluções existentes no mercado.

Por esta razão este projeto deve ser abordado do ponto de vista da melhoria contínua. O primeiro passo deve identificar os segmentos cujas necessidades possam ser satisfeitas pelas atuais soluções existentes. Decorrido o período de análise dos segmentos selecionados e discutidos os resultados, deve proceder-se aos devidos ajustes e correções, que certamente existirão, uma vez que este tipo de mobilidade é ainda uma novidade para quem a está a implementar e até para os próprios utilizadores dos VEs. Se os objetivos ambicionados forem atingidos, aplicar a análise efetuada, que passará a definir a metodologia de abordagem, aos restantes segmentos ou pelo menos àqueles cujas características o permitirem.

Dado o carácter iterativo da análise, é o ciclo PDCA a metodologia a utilizar na implementação do projeto, sendo descrita a sua aplicação na eletrificação de um segmento de frota do grupo Brisa.

4.2. Fase "*Plan*" do ciclo PDCA

A fase do *Plan* é relativa ao planeamento. É nesta fase que se define a estratégia de implementação e prioridades do projeto. Um projeto corretamente planeado é de importância vital para o ciclo PDCA, pois resulta na concentração de recursos e esforços naquilo que é considerado realmente necessário para a materialização bem-sucedida do projeto. A figura 4.1, e mais pormenorizadamente nas secções seguintes deste subcapítulo, são discriminados os passos e ferramentas considerados críticos para a definir um planeamento concreto, com limites e objetivos bem definidos.

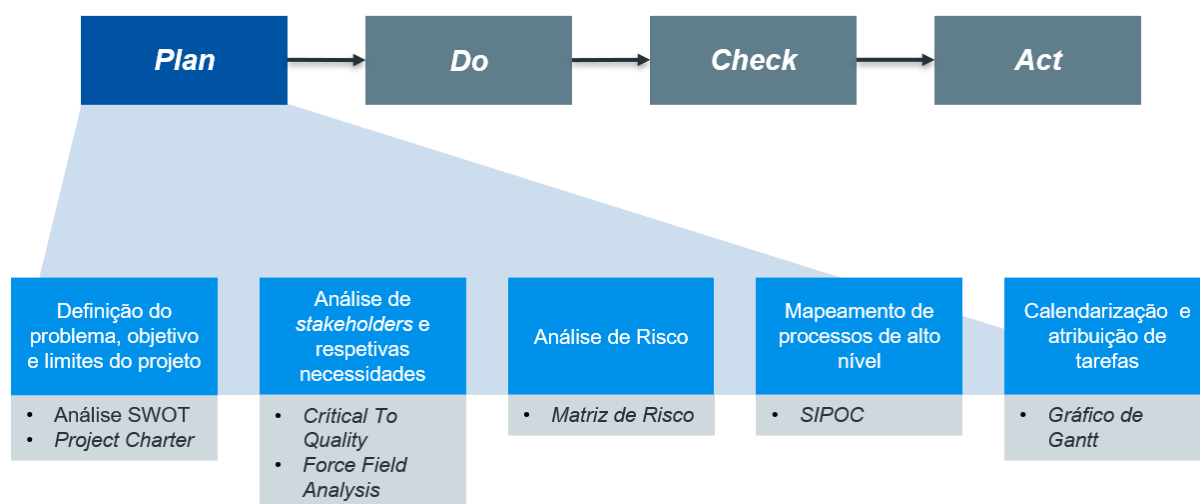


Figura 4.1 - Passos e ferramentas do "*Plan*"

4.2.1. Definição do problema, objetivo e limites do projeto

a) Análise SWOT

A transição de VCIs para VEBs não é, ainda, uma realidade confortável para as empresas. Consequentemente é necessário analisar os prós e contras que este tipo de mobilidade apresenta. Apesar da decisão de avançar com a eletrificação de um segmento de frota já ter sido tomada pela gestão de topo, é importante conhecer os impactos que lhe estão associados, quer sejam positivos ou negativos.

Do *Brainstorming* e *Brainwriting* realizado entre os membros da equipa de projeto, identificados no ponto III do *Project Charter* presente no Anexo A, resultou a matriz apresentada na figura 4.2 com a análise SWOT inerente à transição energética da frota do grupo Brisa.

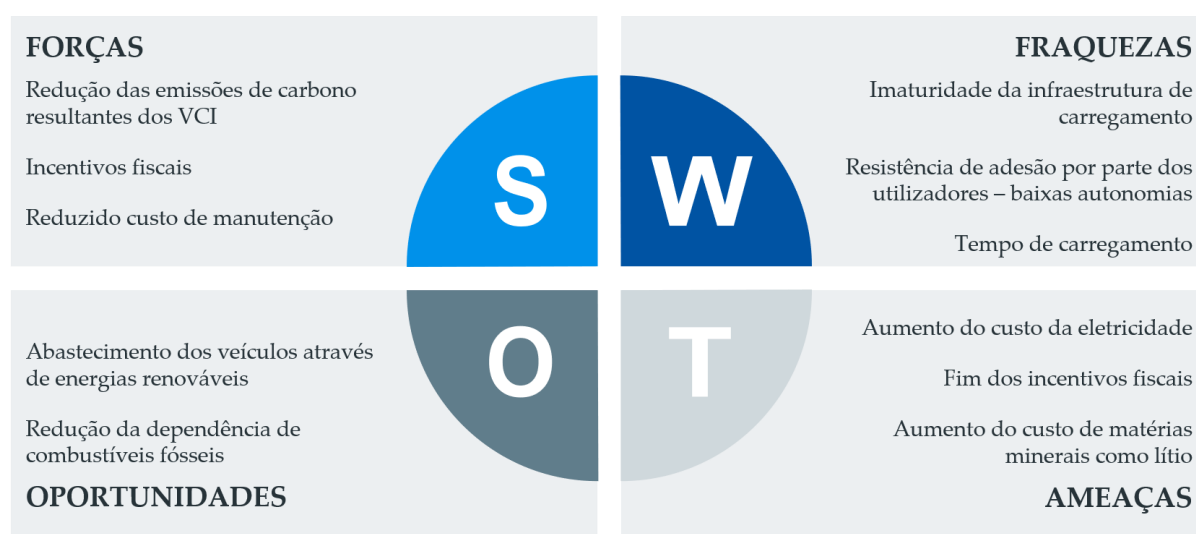


Figura 4.2 - Análise SWOT da transição energética da frota do grupo Brisa

Da discussão que resultou na materialização da matriz da figura 4.2, destacam-se as fraquezas atribuídas ao projeto que assentam essencialmente na imaturidade tecnológica já mencionada. A equipa do projeto, considerou de grande importância o dimensionamento de uma rede de carregamento interno que pudesse compensar as dificuldades, relacionadas com a imaturidade da infraestrutura de carregamento publica. Além do investimento necessário em infraestruturas, destaca-se ainda do tempo necessário para a realização do carregamento de um VE. Dadas as autonomias elétricas atualmente existentes no mercado, o projeto só seria viável se fosse aplicado a veículos cujo tempo de estacionamento permitisse o seu carregamento completo.

No que toca às ameaças identificadas na figura 4.2, estas devem também ser tidas em conta no decorrer e após a implementação do projeto, pelo que mais à frente neste capítulo através da realização de uma análise de risco são analisadas e apresentadas medidas de mitigação.

Por último, quanto às forças e oportunidades, a favor da eletrificação dos veículos estão alinhadas no essencial com os objetivos definidos para este projeto, a redução de custos de mobilidade e a redução de emissões de GEE.

b) *Project Charter*

Para levar a cabo o projeto, de uma forma estruturada, mantendo-o gerível e garantindo o alinhamento de todos os envolvidos, criou-se um planeamento compacto. O *Project Charter* é um documento vivo, que será ajustado várias vezes ao longo do projeto de modo a que se mantenha atualizado. Tem por base a definição do objetivo, âmbito e limites do projeto, bem como a atribuição de responsabilidades dos envolvidos. O resultado final do *Project Charter*, após todas as alterações e atualizações apresenta-se no anexo A.

4.2.2. Análise de *Stakeholders* e respetivas necessidades

É importante ter em conta todas as variáveis que podem influenciar o decurso do projeto. Uma destas variáveis são os *stakeholders*, identificados no ponto V. do *Project Charter* do anexo A. Os *stakeholders* constituem o grupo de indivíduos e entidades que direta ou indiretamente serão impactados pelas ações, estratégia e resultados consequentes do decorrer e da implementação do projeto.

a) Diagrama CTQ

Uma das fraquezas identificadas na análise SWOT foi a resistência à adesão dos VEBs por parte dos utilizadores. Assim, para avançar com o projeto torna-se importante utilizar ferramentas como o *Voice Of Customer* (VOC) que consiste na recolha do *feedback* dos envolvidos cuja informação pode e deve ser sintetizada. Após a recolha da opinião de cerca de 150 colaboradores aos quais, potencialmente, poderá ser atribuído um VEB após a implementação do projeto, construiu-se o Diagrama CTQ, presente na figura 4.3, de modo a permitir determinar os fatores críticos (CTQs) para o sucesso do projeto.

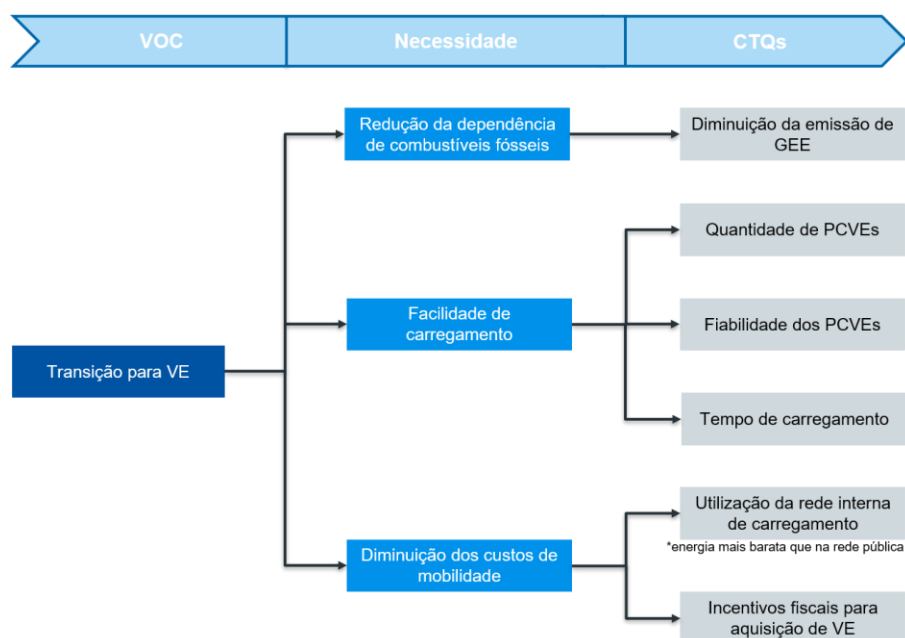


Figura 4.3 - Diagrama *Critical To Quality* e respetivos CTQs

Os *stakeholders* podem exercer forças facilitadoras ou estabelecer barreiras à implementação do projeto dependendo da forma como percebem serem afetados. Assim, a utilização do Diagrama CTQ tem como objetivo garantir que todas as preocupações são ouvidas e após os CTQs serem determinados estes devem ser tidos em conta como requisitos que a equipa do projeto deve garantir para facilitar a adesão, o envolvimento e a aceitação transversal de todos os *stakeholders*.

b) Force Field Analysis

Para cada um dos CTQs identificados no Diagrama CTQ, procedeu-se à realização de uma análise comparativa em que o fator de variação foi o tipo de mobilidade. O objetivo foi perceber qual dos veículos (VEBs ou VCIs) que melhor responderia às expectativas e necessidades dos *stakeholders*.

Todos os *stakeholders* classificaram cada um dos critérios numa escala de 0 e 10, em que 0 corresponde à insatisfação total e 10 à satisfação total com o tipo de motorização em relação ao critério. Com base na média dos resultados obtidos foi elaborado o diagrama de forças - *Force Field Analysis* - presente na figura 4.4.

Da análise do diagrama presente na figura 4.4, verifica-se que os CTQs: (1) a redução das emissões de GEE, (2) a redução dos custos de abastecimentos e (3) a beneficiação de incentivos fiscais são consequência positiva da transição para VEBs. Aos outros dois CTQs identificados a equipa terá de ter especial atenção. No que diz respeito à quantidade e fiabilidade dos pontos de abastecimento, as preocupações podem ser reduzidas através da criação de uma rede de carregamento interna de carregamento robusta. Apesar da quantidade e fiabilidade de pontos de abastecimento ser uma barreira, este CTQ é o maior motivo para a realização deste projeto. A avaliação realizada pelos *stakeholders* foi feita com base na infraestrutura de carregamento publica existente no início do projeto e como tal não tem em conta o reforço, a nível de quantidade e disponibilidade, que a implementação de uma infraestrutura interna de carregamento pretende oferecer.

Quanto ao tempo necessário ao abastecimento, este é uma preocupação já anteriormente identificada na análise SWOT. Como este tempo é consequência da tecnologia a única preocupação, no que toca este CTQ, deve ser garantir que os VEBs a eletrificar estão parqueados o tempo suficiente para realizar um carregamento completo.

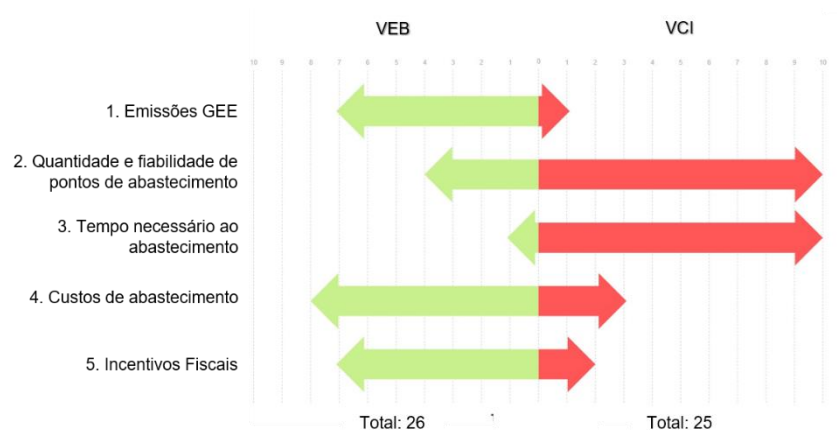


Figura 4.4 - Diagrama de forças para comparação dos CTQs identificados

Ainda que conscientes destes dois CTQs a favor dos VCIs, não se espera por parte dos *stakeholders* uma grande resistência à mudança. Uma vez que, apesar de pequena a diferença entre os totais quantitativos resultantes da avaliação dos *stakeholders*, verifica-se uma pontuação de força superior para os VEBs.

4.2.3. Análise de risco

a) Matriz de Risco

O risco está presente em qualquer decisão ou ação a tomar. Apesar do estudo de caso em análise ter sido uma decisão da gestão de topo do grupo Brisa, a responsabilidade da sua boa execução é da equipa do projeto. Como tal, e antes de avançar para o mapeamento e o detalhe de tarefas, a equipa do projeto realizou ainda uma análise de risco.

A criação de uma Matriz de Risco, apresentada na figura 4.5, permitiu não só avaliar eventuais riscos, como também antecipá-los e preparar planos de contingência ou formas de proceder perante a sua ocorrência, detalhados na tabela 4.1.

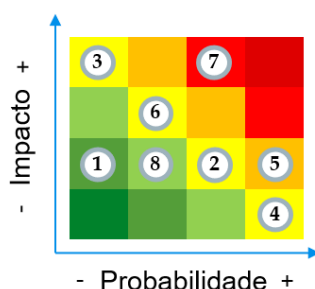


Figura 4.5 - Matriz de risco para a transição energética da frota do grupo Brisa

Sendo que a cor vermelha combina o maior impacto com a maior probabilidade de ocorrência, da análise da matriz da figura 4.5 verifica-se que a, Incoerência entre o histórico de distâncias percorridas e a realidade operacional é o maior risco deste projeto. Quanto ao impacto, este histórico será o ponto de partida de todo projeto, nele se vai basear a seleção do segmento de frota a eletrificar, as necessidades de autonomia elétrica necessárias e a quantidade e localização dos PCVEs a instalar. A incoerência destes dados com a realidade operacional levará ao mau dimensionamento da infraestrutura de carregamento o que, por sua vez, terá consequências que podem ditar o sucesso ou insucesso de todo o projeto. No que toca à probabilidade de ocorrência, este registo de quilometragens em sistema, que será detalhado mais à frente neste capítulo, depende do *input* manual dos utilizadores dos veículos, pelo que está suscetível a erros.

Assim, a utilização desta ferramenta alertou a equipa para a necessidade de um levantamento exaustivo de informação no terreno, diretamente com os futuros utilizadores dos VEBs que corroborasse os dados analisados.

Tabela 4.1 - Descrição e análise dos fatores de risco

Risco	Impacto	Plano de Resposta
1. Diversidade de equipas e <i>stakeholders</i> envolvidos	Falta de alinhamento nos objetivos do projeto	- Criação de um plano de comunicação eficaz - Calendarização de reuniões de acompanhamento
2. Atraso na entrega dos PCVEs	Impossibilidade de abastecer os VEBs na rede de carregamento interna do grupo Brisa	Prolongar os contratos de <i>renting</i> dos VCIs
3. Autonomias e tempos de carregamento incapazes de dar resposta às necessidades operacionais	Redução da qualidade do serviço prestado ao cliente	Expansão da infraestrutura de carregamento e/ou aquisição de carregadores mais rápidos
4. Restrições impostas pelo COVID-19 durante o período de execução do projeto	Políticas de confinamento e consequentes atrasos no planeamento	- Permissões excecionais para deslocação entre instalações Brisa - Reuniões via <i>Microsoft Teams</i>
5. Aumento do preço da energia elétrica	Aumento dos custos de mobilidade	Negociação das condições contratuais e fidelização do preço do kWh com o fornecedor
6. Mudanças legislativas e fim dos incentivos fiscais para VEs	Aumento do TCO dos veículos	Compromisso da organização em assumir eventuais incrementos de custo em virtude da descarbonização
7. Incoerência entre o histórico de distâncias percorridas e a realidade operacional	Mau dimensionamento da infraestrutura de carregamento	Levantamento e comparação de resultados no terreno
8. Falhas de rede nos cartões de comunicação PCVE-SGC	Impossibilidade de iniciar o carregamento	Utilização de cartões SIM multioperadora

4.2.4. Mapeamento de processos de alto nível

a) SIPOC

Após a avaliação dos prós e contras associados à mobilidade elétrica e uma vez alinhados os interesses e requisitos dos *stakeholders*, entender o processo de uma perspetiva macro, ajuda a que não existam dúvidas sobre os passos e o rumo que o projeto deve tomar.

A construção do mapa SIPOC, ajudou a identificar os *inputs* dos quais o projeto está dependente, permitindo à equipa ser ágil em questões de planeamento das necessidades e antecipação junto dos fornecedores. Deixar claro quais os *outputs* do projeto, permite o fecho

definitivo dos seus limites, bem como a gestão de expectativas por parte dos *stakeholders*. A figura 4.6 é o resultado da aplicação desta ferramenta, nela são discriminados os principais *suppliers* e *customers* do projeto, bem como os *inputs* e *outputs* esperados e o processo de implementação.

Os *suppliers* (fornecedores) são todas as entidades que dê alguma forma irão contribuir com produtos ou informações relevantes para o desenrolar do projeto. Os *inputs* são os produtos ou informações com os quais os fornecedores irão contribuir, necessários para a concretização do projeto. Os *outputs* constituem os resultados do projeto, é aquilo que se espera obter com a sua implementação e materialização. Por sua vez, os *customers* (clientes) é o conjunto de entidades, neste caso internas, que irá beneficiar com a estratégia de eletrificação de frota.

No que diz respeito ao processo, este foi definido como o conjunto de objetivos SMART (*Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time Based*), que constituem seis etapas:

1. **Levantamento das necessidades de hardware e software** – Diz respeito à recolha de dados desde as distâncias percorridas, tempos de paragem e rotas percorridas, bem como, definição de protocolos de contabilização de custos de mobilidade (energia elétrica consumida) e quantidade de emissões produzidas.
2. **Dimensionamento da rede de carregadores** – Consiste no estudo e análise feita aos dados recolhidos na etapa anterior, de forma a calcular quantidades, localizações e tipos de PCVEs a instalar (AC ou DC). Tem em conta as características técnicas das instalações elétricas existentes.
3. **Aquisição dos PCVEs** – Inclui o *procurement* de soluções no mercado com base nos critérios definidos na fase anterior, negociação de preço e condições de garantia e termina com a aquisição dos PCVEs.
4. **Instalação dos PCVEs** – É a fase de obras e redesenho das instalações elétricas que culmina com a colocação dos PCVEs nas localizações escolhidas.
5. **Ligação dos PCVEs ao Sistema de Gestão de Carregamentos (SGC)** – De forma a monitorizar, rastrear e quantificar consumos energéticos, é necessário garantir a comunicação dos PCVEs com uma plataforma (SGC).
6. **Aquisição de VEBs** – Com o cenário de crise de semicondutores presente no decorrer do projeto, foi decidido que os carros só seriam adquiridos após a rede de carregadores internos Brisa estar instalada e de acordo com todos os requisitos para o seu funcionamento em pleno. Esta decisão permitiu mitigar a existência de eventuais dificuldades de carregamento, caso os VEBs chegassem antes dos PCVEs.
7. **Abastecer os VEBs** – É o objetivo final de todo o processo, permitir ao utilizador carregar o VE no parque das instalações Brisa.

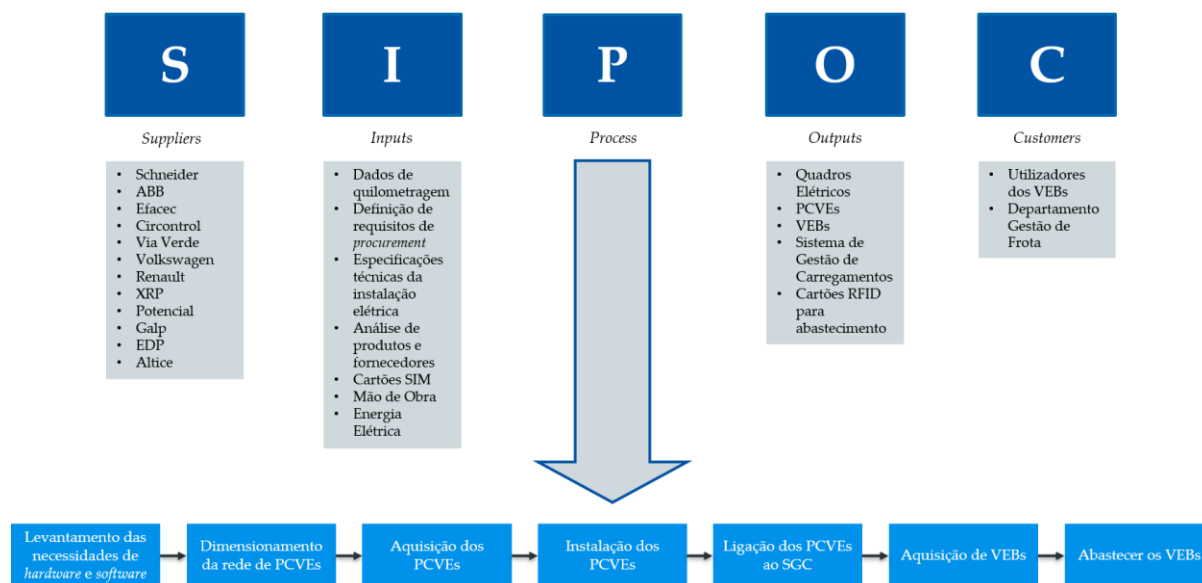


Figura 4.6 - Mapa SIPOC do projeto

4.2.5. Calendarização e atribuição de tarefas

a) Diagrama de *Gantt*

Desenhado o processo de implementação do projeto a um nível macro e definidas as suas etapas de concretização, a equipa de projeto passou para uma fase de planeamento mais detalhada. Dada a diversidade de *stakeholders* e departamentos envolvidos, foi elaborado um diagrama de *Gantt* com o objetivo de atribuir tarefas e responsabilidades e, ainda, realizar um acompanhamento do cumprimento do *timeline* expectável para a concretização do projeto.

O anexo B é o resultado final deste diagrama. Durante o projeto e com base no diagrama de *Gantt* toda a equipa conseguiu ter a perfeita noção das suas responsabilidades enquanto intervenientes, bem como do responsável por eventuais tarefas dependentes. O facto de este ser um documento vivo e atualizado em todas as reuniões de acompanhamento permitiu a todos ter a visibilidade necessária para a antecipação de tarefas e a sua execução dentro dos limites planeados.

O diagrama de *Gantt* do projeto alvo do estudo de caso, contempla a organização do projeto em 13 atividades cujas responsabilidades recaem sobre 3 departamentos:

- Departamento de Gestão de Infraestruturas (Vitor Pereira)
- Departamento de Manutenção Elétrica (Alexandre Alves)
- Departamento de GF (João Alves)

O departamento de GF é representado pelo autor, e tem ao seu encargo o maior número de atividades (10), visto que este departamento é o principal interessado na transição energética ambicionada.

Verifica-se que a primeira atividade, correspondente à análise das distâncias diariamente percorridas pelos veículos da frota do grupo Brisa, demorou mais tempo do que o expectável, atrasando todas as atividades subsequentes. Porém, a análise minuciosa realizada durante esta atividade permitiu facilitar a identificação dos melhores locais para a instalação dos PCVEs, atividade esta que durou menos tempo que o planeado e permitiu recuperar o atraso que se verificava entre o real e o planeado. Com o avançar do projeto outras tarefas foram sendo reagendadas, pela análise do Diagrama de *Gantt*, verificamos que os principais desvios ocorreram nas tarefas 6, 9 e 10. A razão foram constrangimentos relacionados com os prazos de entrega de produtos e matéria prima, especificações técnicas, não previstas, necessárias desenvolver no SGC, bem como a baixas causadas pela pandemia do COVID-19 que, pontualmente, foram causa de atrasos no desenvolvimento de algumas tarefas.

No entanto, para o espectro temporal do projeto como um todo, o desvio existente entre o real (32 semanas) e o planeado (30 semanas) foi de apenas 2 semanas.

4.3. Fase "Do" do ciclo PDCA

A próxima fase do ciclo PDCA é a fase do "Do". Diz respeito à execução daquilo que foi planeado na fase anterior. Esta é a etapa de materialização do projeto, pelo que deve ser acompanhada de perto por todos os envolvidos, através de reuniões recorrentes. É importante não saltar passos em relação ao que foi inicialmente planeado e evitar imprevistos.

No caso específico do projeto alvo de estudo, e no que toca a esta fase, só serão descritas as tarefas desenvolvidas pelo departamento de GF. Tal significa que, como é possível visualizar na figura 4.7, ao longo desta secção será descrita a metodologia utilizada para:

- Selecionar e recolher dados;
- Identificar o segmento de frota a eletrificar;
- Analisar a possibilidade de eletrificar por completo o segmento identificado;
- Dimensionar a infraestrutura de carregamento, o que inclui quantidades, tipo e modelo de aquisição dos PCVEs;
- Selecionar o SGC de entre os vários existentes.

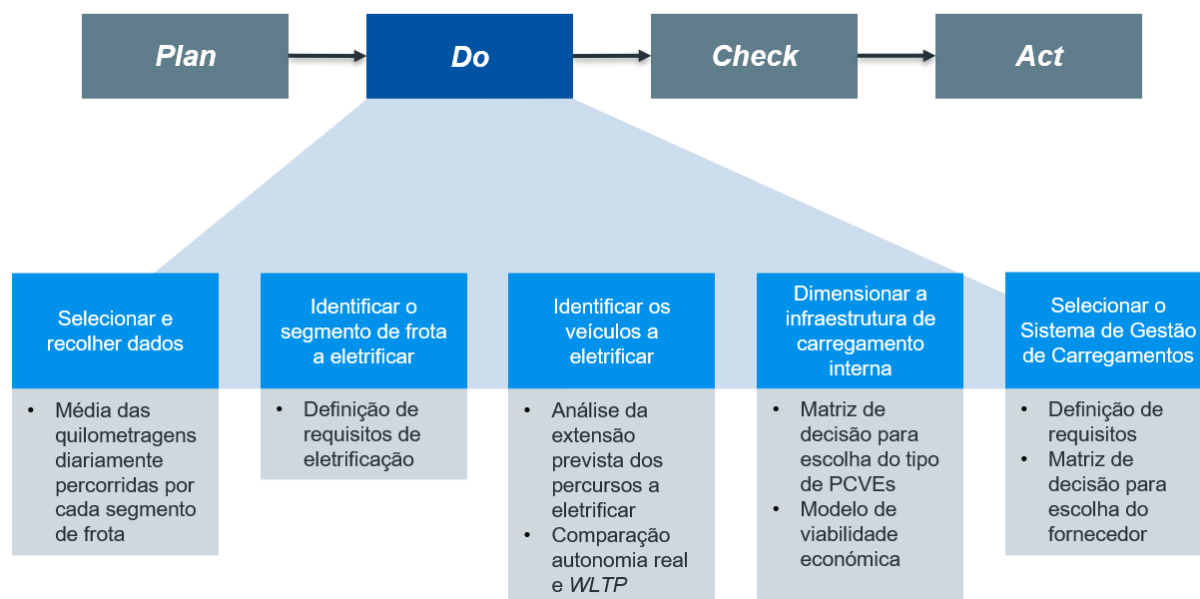


Figura 4.7 - Passos e ferramentas do "Do"

4.3.1. Selecionar e recolher dados

A aquisição de VEBs não corresponde a um acréscimo de veículos à frota da Brisa, mas sim a uma substituição de veículos até aqui movidos a combustíveis fósseis. Estes veículos, que agora se preparam para ser substituídos, foram utilizados para realizar as operações que de futuro se pretende que sejam realizadas por VEBs.

Dada a elevada preocupação com as autonomias, o primeiro passo dado no sentido da concretização do projeto alvo do estudo de caso, foi a recolha de dados e informações sobre as rotas e operações realizadas pelos atuais VCIs.

Como já foi previamente mencionado no capítulo 3, uma das funções do departamento de GF é a centralização de informação num software de gestão interno designado XRP.

Todos os veículos da frota, independentemente da tipologia, segmento ou função, são munidos de um cartão de frota que permite a realização de abastecimentos de combustível em postos de venda contratualizados. Além de permitir o pagamento, sempre que é utilizado este cartão o utilizador é obrigado a indicar o número de quilómetros do veículo na data do abastecimento. Essa informação, juntamente com o número de litros abastecidos e o respetivo custo, são enviados mensalmente pela gasolinheira contratualizada e inseridos no XRP.

Do mesmo modo, no XRP, são registadas pelos colaboradores da GF as datas de entrega e entrada em operação de todas os veículos da frota.

Com base nestes *inputs*, construiu-se o histograma apresentado na figura 4.8 que visa de forma simples sintetizar e agrupar a informação das distâncias médias percorridas diariamente pelos veículos de cada segmento de frota, de forma a facilitar a sua análise.

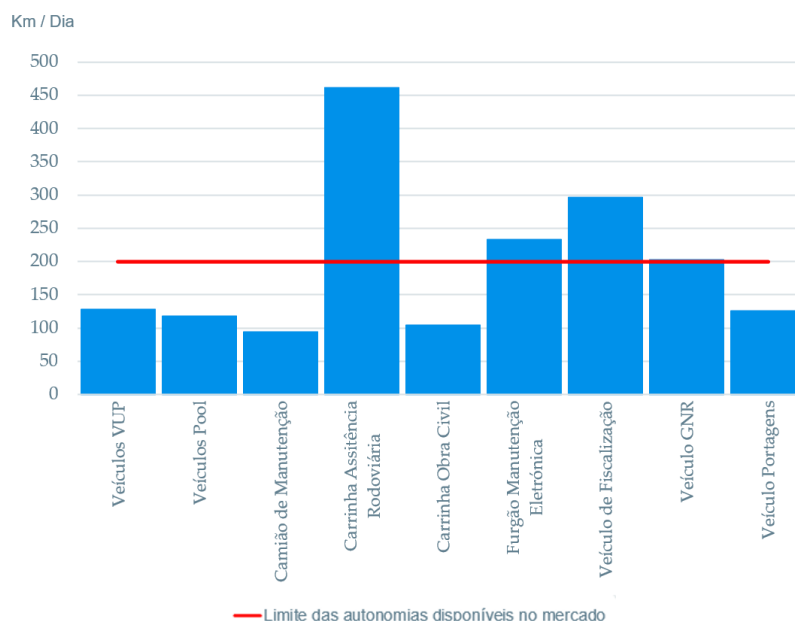


Figura 4.8 - Número médio de quilómetros percorridos diariamente pelos veículos de cada segmento de frota

O facto de todos os dados que resultaram na construção do histograma apresentado serem de origem manual pode, por vezes, resultar na ocorrência de erros humanos que, por consequência, levam a que sejam assumidos pressupostos errados por quem os está a analisar. Por essa razão e com o objetivo de reduzir a expressividade desses erros pontuais, foram utilizadas as médias, em vez de um máximo por segmento de frota.

4.3.2. Identificar o segmento de frota a eletrificar

Com base na análise apresentada na figura 4.8 identificaram-se os segmentos de frota do grupo Brisa cujas necessidades de autonomia podem ser respondidas pelas soluções de VEBs atualmente existentes no mercado. É de realçar que a equipa do projeto assumiu que o limite das autonomias elétricas existentes rondava os 200 km. Tal não significa que não existam autonomias superiores. Porém, é necessário ter em consideração os VCIs atualmente utilizados. Esta transição não poderia partir do pressuposto que pela necessidade de autonomia ter-se-ia de substituir os atuais veículos por VEBs significativamente mais caros, uma vez que a autonomia tem um impacto proporcional no custo do veículo.

É de referir ainda que as distâncias percorridas diariamente constituem um indicador que, por si só, pode não ser suficiente para retratar a real aplicabilidade de VEBs a um determinado modelo de operação. Assim, antes de se avançar com a decisão de eletrificar qualquer segmento é preciso ter em conta outros fatores, designados pelo autor fatores de eletrificação, nomeadamente:

- Existência ou não de soluções de VEBs para o segmento em questão
- Tempo disponível para realizar o carregamento completo VEB
- Repetibilidade de operação (mede a repetibilidade ou imprevisibilidade das rotas que os veículos percorrem dia após dia)

Para avaliar a realidade operacional de cada segmento de frota com base nos fatores de eletrificação apresentados, a equipa de projeto aplicou a ferramenta *Gemba Walk*, deslocando-se ao terreno para confirmar e questionar os utilizadores dos veículos. A tabela 4.2 é o resultado da análise dos três fatores de eletrificação para cada um dos segmentos de frota identificados.

Tabela 4.2 - Análise dos três fatores de eletrificação definidos por segmento de frota

Segmento	Soluções Elétricas	Repetibilidade da operação	Tempo disponível para o carregamento
Veículos VUP	Sim	Não	Período Laboral
Veículos Pool	Sim	Não	Período Noturno
Camião de Manutenção	Não	Não	Indefinido (utilização não periódica com a realização de trabalhos diurnos e noturnos)
Carrinha de Assistência Rodoviária	Sim	Sim	Intervalos de 30 minutos entre turnos
Carrinha de Obra Civil	Não	Não	Indefinido (utilização não periódica com a realização de trabalhos diurnos e noturnos)
Furgão Manutenção Eletrónica	Sim	Não	Período Noturno (em casa do utilizador)
Veículos de Fiscalização	Sim	Não	Período Noturno (em casa do utilizador)
Veículos GNR	Sim	Sim	Indefinido (gestão de patrulhas definida pela GNR)
Veículos de Portagens	Sim	Sim	Período Noturno

Realizada a construção da imagem da realidade operacional, a equipa do projeto decidiu que o primeiro segmento de frota a eletrificar deveria ser capaz de realizar a operação diária com um único carregamento e passível de estar parqueado durante tempo suficiente para realizar um carregamento em AC. Consequentemente, deve enquadrar-se dentro dos seguintes 4 requisitos:

1. Média da distância percorrida diariamente inferior a 200 km;
2. Existência de soluções semelhantes de VEBs para o segmento em questão;
3. Tempo de estacionamento do veículo igual ou superior a 5 h;
4. Operação repetitiva e controlada.

A figura 4.9 identifica a conformidade ou não de cada segmento com os requisitos definidos.

Critérios	Veículos VUP	Veículos Pool	Camião de Manutenção	Carrinha Assistência Rodoviária	Carrinha Obra Civil	Furgão Manutenção Eletrónica	Viatura Fiscalização	Viatura GNR	Viatura Portagens
1.	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓
2.	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓
3.	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓
4.	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓

Figura 4.9 - Matriz de conformidade dos segmentos de frota com os critérios de eletrificação

Verifica-se que apenas um segmento de frota – Veículos de Portagens – cumpre todos os requisitos definidos pela equipa de projeto, pelo que será por este que o Grupo Brisa irá começar a sua estratégia de eletrificação.

4.3.3. Identificar os veículos a eletrificar

a) Análise da extensão prevista dos percursos a eletrificar

A operação do segmento de frota escolhido abrange um total de 113 praças de portagem. Estas praças de portagem estão agrupadas em conjuntos designados agregações. O segmento Veículos de Portagens é constituído por 33 veículos, cada um afeto a uma agregação.

Estes veículos operam segundo uma rotina muito controlada. Diariamente percorrem as mesmas rotas, durante o período laboral, e permanecem parquados durante o período noturno, tempo suficiente para realizar o carregamento completo do veículo.

Apesar de constantes, cada veículo tem rotas próprias e com distâncias diferentes das demais. O facto de se ter assumido como indicador a média das distâncias percorridas diariamente implica que dentro de um dado segmento de frota, existem veículos que realizam percursos com distâncias superiores e inferiores à média assumida.

Para não correr o risco de eletrificar um veículo cuja distância percorrida diariamente seja superior às capacidades de autonomia oferecidas, foi realizado um estudo à extensão prevista dos percursos de cada agregação, cujos resultados são apresentados no anexo C.

Verifica-se ainda que, de acordo com o primeiro critério definido pela equipa do projeto, Média da distância percorrida diariamente inferior a 200 km, apenas um veículo tem um percurso previsto acima dos 200 km, pelo que está automaticamente fora do âmbito do projeto.

b) Comparação da autonomia real e WLTP

É ainda importante ter em consideração que a capacidade de autonomia elétrica anunciada por qualquer marca é estimada com base num conjunto de condições designadas WLTP (*Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure*) (LeasePlan, n.a.):

- Ciclo de distância: 23,25 km
- Velocidade média: 46,5 km/h
- Ciclo de Tempo: 30 minutos

- 4 fases de condução: 52% de condução urbana e 48% não-urbana
- Velocidade máxima: 131 km/h

O VEB escolhido para eletrificar este segmento de frota foi um Volkswagen (VW) Up!.

Com o objetivo de perceber a degradação de autonomia foram realizados testes de condução em autoestrada, a uma velocidade média de 120 km/h. Os resultados são apresentados na tabela 4.3 concluíram que existe uma discrepância de cerca de 21%, quando se compara a autonomia real com a autonomia anunciada pela marca.

Tabela 4.3 - Autonomias obtidas pelo mesmo condutor na realização de testes em 5 percursos de autoestrada diferentes

VEB	Autonomia WLTP (km)	Autonomia Real (km)	% Redução Autonomia
VW Up!	200	162	19
VW Up!	178	146	18
VW Up!	154	123	21
VW Up!	183	138	25
VW Up!	96	77	20

Assim, e para evitar o risco da autonomia de um carregamento completo não ser suficiente para cumprir a distância prevista de realizar num dia, foi decidido que só se iria eletrificar veículos cujas voltas tivessem uma extensão inferior a 150 km. Assim, de acordo com o anexo C, apenas 23 dos 33 veículos deste segmento serão eletrificados.

4.3.4. Dimensionar a infraestrutura de carregamento interna

a) Modelo de PCVEs a utilizar

Decididos quais os veículos a eletrificar, o próximo passo é fazer o dimensionamento da infraestrutura necessária para realizar o carregamento dos VEBs. Estando cada veículo alocado a uma agregação e sendo expectável que consiga percorrer a volta com um único carregamento, decidiu-se que seria instalado um PCVE no local de estacionamento de cada veículo para que este carregue durante a noite.

No entanto, antes de avançar e para que se possa dar início aos trabalhos de obra civil, é necessário decidir qual o tipo de PCVEs a instalar. O facto de se ter considerado como requisito que o segmento de frota escolhido deveria estar parqueado um período superior ou igual a 5 horas, possibilita que o carregamento possa ocorrer em AC, solução de equipamentos significativamente mais económica do que as de DC. É necessário então escolher o modelo de PCVE a instalar, de entre as duas categorias de modelos, representados na figura 4.10:

1. **Self-Stand:** São PCVEs em formato de armário, instalados diretamente no chão.
2. **Wallbox:** São PCVEs mais leves e pequenos instalados na parede ou num pedestal.



Figura 4.10 - Modelos de PCVEs

Para tomar esta decisão, foram definidos 4 critérios de igual ponderação, a serem avaliados na Matriz de Decisão da figura 4.11:

1. Robustez
2. Manutenibilidade
3. Usabilidade
4. Custo

Os critérios escolhidos foram avaliados com igual ponderação uma vez que são importantes para os diferentes *stakeholders* envolvidos no projeto.

A robustez e o custo estão diretamente relacionados e importam à organização como um todo, quanto mais robusto, maior a durabilidade expectável do PCVE. A manutenibilidade interessa aos técnicos de manutenção internos que ficarão responsáveis por esta tarefa. E por último, a usabilidade interessa aos utilizadores dos VEBs, que dada a novidade do tema necessitam de um equipamento cuja utilização é ágil e expedita.

Com base na recolha do *feedback* de todos os *stakeholders* mencionados foi construída a Matriz de Decisão presente na figura 4.11.

Modelo	Critério	Peso	Critério	Peso	Critério	Peso	Critério	Peso	Total Ponderado
	Robustez	25%	Manutenibilidade	25%	Usabilidade	25%	Custo	25%	
Wallbox	1		1		1		3		1,5
Self-Stand	3		3		3		1		2,5

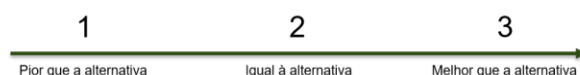


Figura 4.11 - Matriz de decisão do modelo de PCVEs a utilizar

Verifica-se que com base nos critérios definidos o modelo *self-stand* é o que mais se aproxima das necessidades do projeto. A necessidade de um PCVE robusto prende-se com o facto do estacionamento do veículo ser ao livre, como tal sujeito a intempéries. No que toca à manutenção, esta é mais fácil no modelo *self-stand*, uma vez que o modelo dispõe de portas que dão acesso ao seu interior, enquanto o modelo *wallbox* é mais difícil de abrir, normalmente apertado por parafusos. A existência de um *display* e balizas luminosas para informar o estado do carregamento são pontos a favor da usabilidade para o utilizador do modelo *self-stand*. Por último, no que toca ao custo e em consequência dos critérios anteriores o modelo *self-stand* é mais dispendioso.

b) Modelo de viabilidade económica

Escolhido o modelo de PCVEs a utilizar, procedeu-se ao início do processo de *procurement* do qual surgiu a necessidade de uma decisão não contemplada. Um dos fornecedores consultados propôs a hipótese de aquisição dos PCVEs através de um modelo de *renting*, cuja renda incluía além dos PCVEs, a sua manutenção e ainda os custos de comunicação com o SGC.

Assim, a equipa de projeto decidiu desenhar um modelo de viabilidade económica como ferramenta de apoio à tomada de decisão. O objetivo é comparar o valor presente dos *Cash Flows* de ambas as opções, de modo a estabelecer um método de comparação.

O período de depreciação para este tipo de ativos tem a duração de 10 anos. Como o modelo de *renting* não garante a propriedade sobre os ativos, utilizou-se um espectro temporal correspondente ao somatório de 11 *Cash Flows* ($\sum_{n=0}^{11} CF_n$), correspondentes a 10 anos para que no final do período os ativos sejam integralmente depreciados. Desta forma, o valor residual no modelo de aquisição será nulo, o que simplificará a comparação.

I. Modelo de Aquisição

Custo de Aquisição ($C_{Aquisição}$) – Diz respeito ao capital necessário para efetuar a compra da quantidade, n , de PCVEs, ao custo unitário ($C_{Unitário}$), de acordo com a equação 4.1.

$$C_{Aquisição} = n \times C_{Unitário} \quad (4.1)$$

Ganhos Fiscais de Depreciação ($G_{Depreciação}$) – É a imputação sistemática da quantia depreciável de um ativo durante a sua vida útil, isto é, consiste num benefício em termos fiscais resultante da perda de utilidade de um determinado bem operacional, como representado na equação 4.2.

$$G_{Depreciação} = \frac{n \times C_{Unitário}}{Anos_{Depreciação}} \times IRC \quad (4.2)$$

Custo do Sistema de Gestão de Carregamento (C_{SGC}) – É o custo total estimado para garantir a comunicação dos PCVEs com o SGC, calculado com base na

equação 4.3. As propostas resultantes do processo de *procurement* realizado dizem respeito a um custo por tomada elétrica (C_{Tomada}).

$$C_{SGC} = n \times C_{Tomada} \quad (4.3)$$

Custo de Manutenção ($C_{Total\ Manutenção}$) – É o montante necessário para realizar a manutenção do total dos PCVEs a serem instalados, como representado na equação 4.4. Para o modelo de aquisição recorreu-se a uma empresa especializada na manutenção de PCVEs que apresentou uma proposta de valor por unidade de PCVE ($C_{Unitário\ Manutenção}$). As condições contratuais incluíam uma manutenção preventiva realizada semestralmente e até duas intervenções corretivas anuais por cada unidade. Estas condições são iguais às oferecidas no modelo de *renting* proposto ao grupo Brisa.

$$C_{Total\ Manutenção} = n \times C_{Unitário\ Manutenção} \quad (4.4)$$

Ganhos Fiscais de Gastos ($G_{Gastos\ Operacionais\ A}$) – É a imputação sistemática de custos da operação de um ativo durante a sua atividade, representado pela equação 4.5.

$$G_{Gastos\ Operacionais\ A} = (C_{SGC} + C_{Total\ Manutenção}) \times IRC \quad (4.5)$$

Valor Residual – É o valor que um bem terá no final da sua vida útil. Neste modelo é considerado nulo, dado que o espectro de análise cobre o período necessário para a sua depreciação total.

II. Modelo de *Renting*

Custo de Subscrição – O modelo proposto apresenta uma renda mensal por cada tomada elétrica adquirida, como apresentado na equação 4.6.

$$C_{Subscrição} = n \times Renda \quad (4.6)$$

Ganhos Fiscais de Gastos – Tal como descrito para o modelo anterior, é referente à imputação sistemática dos custos de operação de um ativo durante a sua atividade e são calculados com base na equação 4.7.

$$G_{Gastos\ Operacionais\ R} = Renda \times IRC \quad (4.7)$$

O anexo D, detalha os resultados obtidos para os dois modelos. O fator de comparação utilizado foi o Valor Presente dos *Cash Flows* (NPV) que corresponde ao valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juro apropriada deduzindo o investimento

inicial, apresentado na equação 4.8. No caso em estudo esta taxa de juro é definida como o Custo do Capital Próprio (WACC) que para o Grupo Brisa corresponde a 8%.

$$NPV = \sum_{t=0}^i \frac{CF_t}{(1 + WACC)^t} \quad (4.8)$$

Pela análise do anexo D, verifica-se que o modelo de *renting* é mais apelativo nos primeiros anos, dada a inexistência de investimento que é necessário à aquisição dos PCVEs. Porém, para o horizonte temporal analisado, observa-se na figura 4.12 que as preferências se invertem a partir do quarto ano, momento a partir do qual o modelo de aquisição passa a ser mais apelativo.

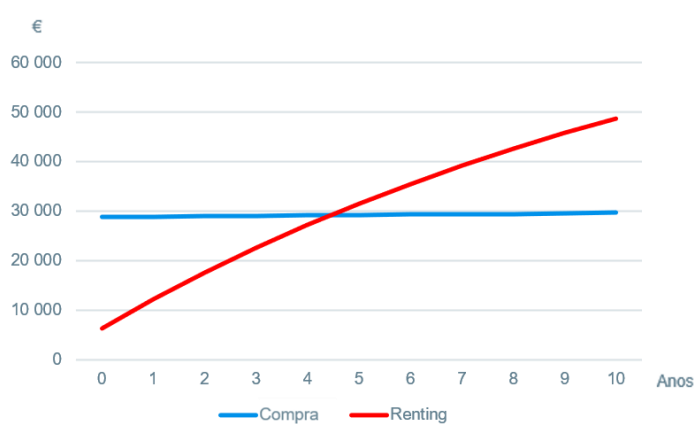


Figura 4.12 - Custos acumulados em cada um dos modelos ao longo do horizonte temporal

Com base nesta análise, o grupo de trabalho contactou o fornecedor e solicitou a extensão do prazo de garantia inicialmente proposto, de três para cinco anos. Condição que o fornecedor aceitou sem acréscimo de custos. Desta forma, garante-se que os PCVEs terão uma durabilidade superior ao período para o qual o *renting* é mais apelativo, uma vez que em caso de avaria a marca tem como obrigação a reparação ou substituição do equipamento. Assim a escolha recai pelo modelo de aquisição.

4.3.5. Selecionar o Sistema de Gestão de Carregamentos

a) Definição de requisitos

Definidos os veículos a eletrificar, as localizações onde serão instalados os PCVEs, o modelo de PCVEs a instalar e o seu formato de aquisição, falta apenas selecionar o SGC.

Como já foi referido na secção 4.3.q deste documento, no que toca aos VCIs a GF recebe e insere no sistema de GF (XRP) um relatório com os consumos de combustível e o número de quilómetros na data do abastecimento. Com a transição para a mobilidade elétrica, a recolha desta informação é uma preocupação, principalmente porque no que toca à rede de carregamento interna se nada for feito os consumos resultantes da mobilidade serão misturados com os consumos elétricos das instalações e dos demais equipamentos. Assim, é de máxima

importância implementar um sistema que permita rastrear e quantificar os consumos dos VEBs na rede de carregamento interna do grupo Brisa.

Além dos carregamentos, é também necessário desenvolver uma plataforma que permita fazer a gestão dos PCVEs, e o seu acesso por parte dos utilizadores.

No que se refere à gestão de PCVEs, para garantir o bom funcionamento da rede é necessário visualizar o estado do carregador, receber informação alarmística em tempo real e ainda enviar remotamente comandos para, por exemplo, atualizar o *firmware*, parar ou iniciar o carregamento, reiniciar o PCVE, desbloquear ou bloquear o conector, entre outros.

No que toca à gestão dos acessos dos utilizadores e à semelhança do que acontece na rede pública, para aceder a qualquer PCVE, e de modo a garantir o rastreamento dos consumos, o utilizador necessita de um cartão *Radio Frequency Identification* (RFID) que desbloqueia e permite a utilização do posto. Para o efeito esses cartões têm de estar autorizados na plataforma a desenvolver de forma que seja possível iniciar um carregamento.

Com base nestas necessidades, e com recurso a um *Brainstorming*, foi realizado um caderno de encargos para o SGC que define as seguintes funcionalidades:

- Gestão do PCVE
 - Adicionar/remover PCVEs
 - Editar detalhes dos PCVEs
 - Marca, modelo, potência máxima, versão de *firmware*, número de tomadas, entre outros
 - Posicionar geograficamente o PCVE
 - Disponibilizar informação sobre o *status* do PCVE
 - Disponível, ocupado, *online*, *offline*, entre outros
- Gestão de cartões RFID
 - Adicionar/remover cartões RFID
 - Fazer a gestão de acessos dos cartões RFID
 - Editar detalhes do cartão RFID
 - Utilizador, validade, entre outros
- Gestão de custos
 - Plano de tarifário dinâmico (por instalação), de forma a quantificar o custo de cada transação com base na energia consumida
- Gestão de alarmes
 - Notificar a ocorrência de avarias
 - Categorizar dos alarmes por nível de importância
- Controlo sobre as estações de carregamento
 - Parar o carregamento
 - Atualizar remotamente o *firmware* do PCVE
 - Bloquear/debloquear o conector
 - Reiniciar o PCVE
- Monitorização de carregamentos
 - Identificar a transação
 - Registar a data da transação
 - Identificar o PCVE utilizado
 - Identificar o cartão RFID que iniciou a transação

- Quantificar a energia consumida durante a transação
- Registrar a duração do carregamento
- Representar o diagrama de carga do carregamento

b) Fornecedor do SGC

Após a definição destes requisitos avançou-se com a implementação de testes piloto com 5 fornecedores de plataformas. Estes testes decorreram durante 3 meses com recurso a máquinas virtuais que simulavam carregamentos, de forma que a GF se pudesse familiarizar com o sistema, relatar problemas e explorar funcionalidades. Decorrido este período, a equipa do projeto, com base no feedback da GF, considerou que as plataformas deviam ser avaliadas segundo 4 critérios, nomeadamente:

1. **Usabilidade** – Característica que define a facilidade com que o utilizador é capaz de interagir com o sistema.
2. **Funcionalidades** – Diz respeito à conformidade das funcionalidades do sistema com os requisitos definidos.
3. **Custo** – Todos estes sistemas foram apresentados como um serviço e, assim, o custo corresponde ao valor cobrado pelo fornecedor por cada tomada elétrica ligada à plataforma.
4. **Disponibilidade do fornecedor** – Traduz a disponibilidade do fornecedor para a prestação de apoio à resolução de problemas durante a ocorrência dos testes piloto.

Para apoiar a decisão, recorreu-se à elaboração da Matriz de Decisão presente na figura 4.13. Esta matriz foi preenchida pela equipa de projeto no final do período de testes piloto. Uma vez que as diferenças de preços propostas pelos diferentes fornecedores em análise eram reduzidas o critério "Custo" foi avaliado com a menor ponderação (15%). No que toca ao critério "Usabilidade" foi considerado que a experiência de utilização da plataforma viria, com o tempo, minimizar a importância deste critério pelo que, apesar de ser considerado mais importante que o "Custo" foi avaliado com uma ponderação inferior aos demais (25%). Por sua vez no que toca aos critérios "Funcionalidades" e "Disponibilidade do Fornecedor" estes foram considerados aqueles que deviam ter mais impacto na decisão (30%). O critério "Funcionalidades" porque define os limites da plataforma e o critério "Disponibilidade do Fornecedor" porque quantifica a capacidade de resposta perante a ocorrência de problemas ou situações anómalas para as quais a equipa não está preparada para responder.

Da análise da Matriz de Decisão (figura 4.13) resultou que a melhor escolha seria o SGC vendido pela empresa Efacec, que se destacou por ser o mais completo a nível de funcionalidades bem como pela disponibilidade e dimensão da equipa de *backoffice* para o apoio na resolução de problemas.

Sistema de Gestão de Carregamentos	Critério	Peso	Critério	Peso	Critério	Peso	Critério	Peso	Total Ponderado
	Usabilidade	25%	Funcionalidades	30%	Custo	15%	Disponibilidade do Fornecedor	30%	
Efacec	1		3		2		3		2,35
Flow	2		2		2		2		2
ABB	2		1		3		1		1,55
Plug and Charge	3		2		1		2		2,1
Efimob	2		1		1		2		1,55

1
2
3

Pior que as alternativas
Semelhante às alternativas
Melhor que as alternativas

Figura 4.13 - Matriz de decisão para a escolha do SGC

4.4. Fase "Check" do ciclo PDCA

O projeto não acaba com a sua implementação. Após a eletrificação dos veículos identificadas e a garantia de que rede de carregamento interna do grupo Brisa reúne todas as condições para o cumprimento das suas funções, é necessário verificar a sinergia entre os resultados expectáveis e os resultados obtidos. É nisto que consiste a fase do "Check", figura 4.14, uma etapa de avaliação onde são analisados e comparados todos os *outputs* do projeto, bem como o processo de implementação.

A gestão de topo decidiu que a viabilidade e sucesso do projeto seria avaliado com base nos três indicadores seguintes:

- 1) Custos de mobilidade;
- 2) Quantidade de emissões de GEE geradas;
- 3) Número de ocorrências registadas por falta de autonomia do VEB.

A equipa do projeto quis ser mais ambiciosa e decidiu ainda validar se o modelo de VEB selecionado poderia ser aplicado em percursos com distância superior a 150 km. Para tal, estabeleceu um quarto indicador:

- 4) Média de degradação existente entre a autonomia real e a autonomia WLTP anunciada pela marca.

Durante um mês foram recolhidos dados relativos aos consumos elétricos dos VEBs e registadas as percentagens de bateria que apresentavam no final do dia.

Como já foi mencionado, cada VEB foi munido de um cartão RFID que permite a realização de carregamentos na rede interna do grupo Brisa e na rede pública para questões de emergência.

No que toca aos consumos realizados na rede interna estes foram recolhidos através do SGC adquirido à Efacec. Sempre que o utilizador utiliza o seu cartão para realizar um carregamento, o sistema recolhe informação sobre qual o cartão que iniciou o carregamento e em que PCVE. Da mesma forma, o SGC permite quantificar a duração e o consumo elétrico de cada transação, atribuindo-lhe um custo baseado nas tarifas de eletricidade contratadas.

Esta informação é, posteriormente, migrada para o XRP para contabilização e posterior alocação de custos no *software* - Sistemas Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados (SAP).

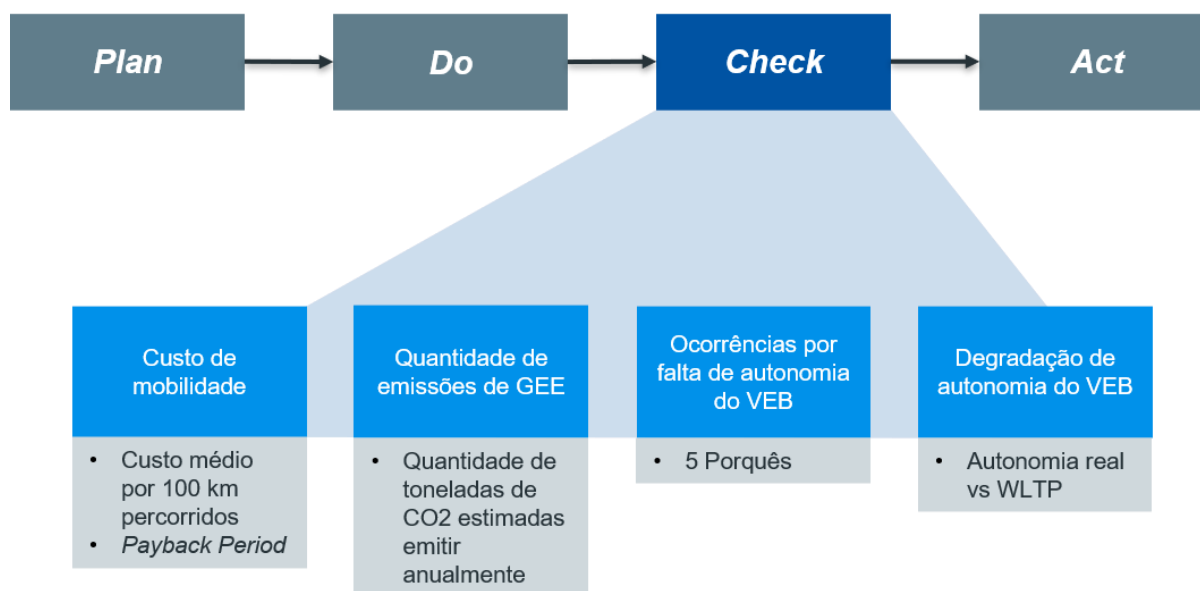


Figura 4.14 - Passos e ferramentas do "Check"

Para o carregamento na rede pública, as funcionalidades do SGC são substituídas pela entidade Mobi.e, responsável por quantificar e atribuir os custos de carregamento de toda a rede pública. Esta informação chega posteriormente à Brisa através de um ficheiro enviado mensalmente com os registos de todas as transações realizadas na rede pública. Neste ficheiro é discriminado por transação, o cartão RFID que iniciou o carregamento, o PCVE onde ocorreu, a duração e a quantidade de energia elétrica consumida, bem como o respetivo custo, referente não só à energia consumida, mas também à taxa de utilização do posto (custo OPC). Este ficheiro é depois também integrado no XRP para contabilização e posterior alocação de custos em SAP. O fluxo de informação de cada transação, dependendo se ocorre na rede pública ou na rede interna do grupo Brisa, é representado na figura 4.15.

Por sua vez, no que diz respeito às autonomias elétricas remanescentes no final de cada volta, a equipa do projeto teve que fazer uma recolha de dados menos automatizada, através do *input* manual de dados por parte dos utilizadores, uma vez que o SGC garante a comunicação com o carregador, mas não garante com o VEB. Assim, e com o objetivo de facilitar a recolha de dados, a equipa do projeto selecionou uma amostra de VEBs cujos percursos correspondem aos 5 percursos com maior distância prevista. Esta amostra foi escolhida por serem as situações que poderiam ser mais críticas no que diz respeito ao risco de insuficiência de autonomia. Verificada a inexistência de problemas nesta amostra seria seguro afirmar que os VEBs que realizam menores percursos também não teriam problemas.

O mesmo processo de registo manual foi utilizado para a contagem de ocorrências registadas por faltas de autonomia.



Figura 4.15 - Fluxo de informação das transações associadas à mobilidade elétrica

4.4.1. Custo de mobilidade

a) Custo médio por 100 km percorridos

Para as rotas realizadas por VEBs, foi realizada uma análise comparativa entre os custos atuais de mobilidade e os custos de quando os percursos eram realizados por VCIs.

Com o objetivo de minimizar o impacto do estilo de condução de cada utilizador nos consumos, o fator comparativo utilizado foi o custo médio por 100 km, para as voltas agora realizadas com VEBs.

Para o cálculo do custo da mobilidade elétrica, decorrido o período de análise de um mês, foi pedido a todos os utilizadores que reportassem o total dos quilómetros percorridos. Esta informação foi depois combinada com os dados de consumo e respetivos custos de cada transação existente no sistema XRP.

No que toca ao cálculo do custo da mobilidade a combustíveis fósseis, foram selecionadas no XRP, as matrículas que antes do projeto realizavam as voltas agora realizadas pelos VEBs. A informação dos registos do número de quilómetros na data dos abastecimentos realizados durante o tempo útil de vida do veículo, permitiu estimar o fator comparativo pretendido. Os resultados são apresentados na figura 4.16, onde se verifica uma redução dos custos de mobilidade na ordem do 60%. É de salientar que esta análise é referente apenas a custos energéticos e não são considerados custos de manutenção do veículo, que por ser VEB, também são mais reduzidos.

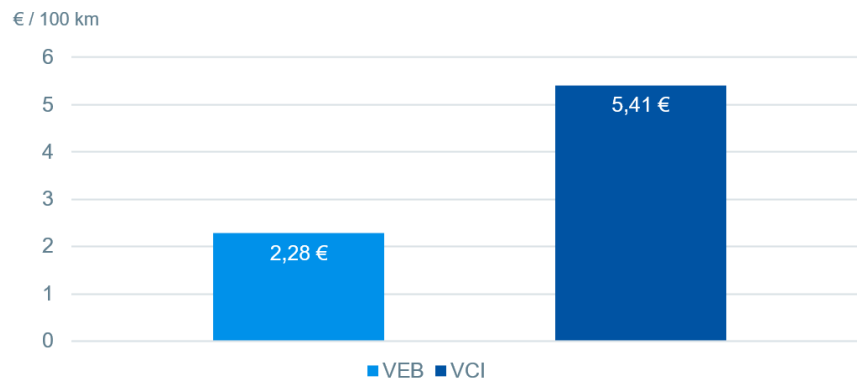


Figura 4.16 - Custo de mobilidade por cada 100 km percorridos

b) *Payback Period*

A redução dos custos de mobilidade obtida com o projeto alvo deste estudo não pode ser analisada como um fator independente, uma vez que é a consequência de um elevado investimento em infraestrutura.

Assim, para concluir sobre a viabilidade económica do projeto recorreu-se, através da equação 4.9, ao cálculo do *Payback Period* – Prazo de Retorno do Investimento.

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Total Investido}}{\text{Poupança Anual Gerada}} \quad (4.9)$$

O total investido inclui além dos PCVEs, o trabalho de instalação, toda a obra civil necessária e custo de alterações à instalação elétrica. O valor rondou aproximadamente 50 000€.

Para calcular a poupança anual gerada, equação 4.10, fez-se uma extrapolação com base nas distâncias percorridas nos percursos eletrificados durante o período em análise de 1 mês. Ou seja, verificou-se que durante 1 mês foi percorrida, no total dos percursos eletrificados, a distância de 43 720 km, o que equivale a 524 640 km expectáveis de realizar no prazo de 1 ano.

$$\text{Poupança Anual} = (\text{Custo } VCI_{100Km} - \text{Custo } VE_{100Km}) \times \frac{Km_{Total(1ano)}}{100} \quad (4.10)$$

$$\text{Poupança Anual} = (5,41 - 2,28) \times \frac{524\,640}{100} = 16\,421,23 \text{ €}$$

Assim, de acordo com a equação 4.9, espera-se a recuperação do investimento em cerca de 3 anos.

$$\text{Payback Period} = \frac{50\,000}{16\,421,23} \approx 3 \text{ anos}$$

Sendo este um projeto a longo prazo, cujo período de amortização dos ativos tem uma duração de 10 anos, o prazo expectável para o retorno do investimento é muito atrativo.

4.4.2. Quantidade de emissões de GEE geradas

Quanto às emissões de GEE foi utilizada a mesma metodologia e realizada a extrapolação da quantidade de kWh consumidos durante o período em análise de 1 mês para estimar o consumo energético anual dedicado à mobilidade. O fator de comparação utilizado foram as Toneladas de CO_2 (tCO_2) emitidas anualmente pelo conjunto dos VEBs e dos VCIs que, antes da implementação do projeto realizavam as mesmas voltas.

Segundo os dados retirados do XRP, a quantidade de kWh consumida pelo conjunto dos VEBs durante o mês em análise foi de 8 670 kWh, pelo que se prevê que, para o prazo de 1 ano sejam consumidos 104 040 kWh.

Para converter a quantidade de kWh em tCO_2 é usada a equação 4.11 que apresenta o Fator de Conversão de Eletricidade (FCE) de 2021, em que:

$$1 \text{ kWh} = 207 \times 10^{-6} \text{ tCO}_2 \quad (4.11)$$

Assim, com base na equação 4.11, prevê-se que no final de um ano os veículos eletrificados sejam responsáveis pela emissão de 21,5 tCO_2 , de acordo com a equação 4.12.

$$Emissões_{VEs} = kWh_{(1ano)} \times FCE \quad (4.12)$$

$$Emissões_{VEs} = 104\,040 \times 207 \times 10^{-6} = 21,5 \text{ tCO}_2$$

No que toca aos VCIs o cálculo depende do tipo de veículo e do combustível utilizado. No segmento específico da operação de portagens todos os veículos anteriormente utilizados eram veículos ligeiros de passageiros movidos a gasóleo o que, para 2021, resulta num Fator de Conversão de Combustível (FCC) dado pela equação 4.13.

$$1 \text{ l} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ tCO}_2 \quad (4.13)$$

Com base no histórico existente no XRP, conseguiu-se saber o número de litros que cada um dos VCI, agora substituídos por VEBs, consumiu durante o seu tempo útil de vida, bem como a duração desse tempo. Com base nestes dados estimou-se o consumo anual (em litros).

Para o total destes 23 veículos, num só ano, foram consumidos 24 238 l. Assim, a equação 4.14 permite determinar as emissões de GEE resultantes, 60,6 tCO_2 .

$$Emissões_{VCIs} = l_{(1ano)} \times FCC \quad (4.14)$$

$$Emissões_{VCIs} = 24\,238 \times 2,5 \times 10^{-3} = 60,6 \text{ tCO}_2$$

A figura 4.17, sintetiza os resultados obtidos.

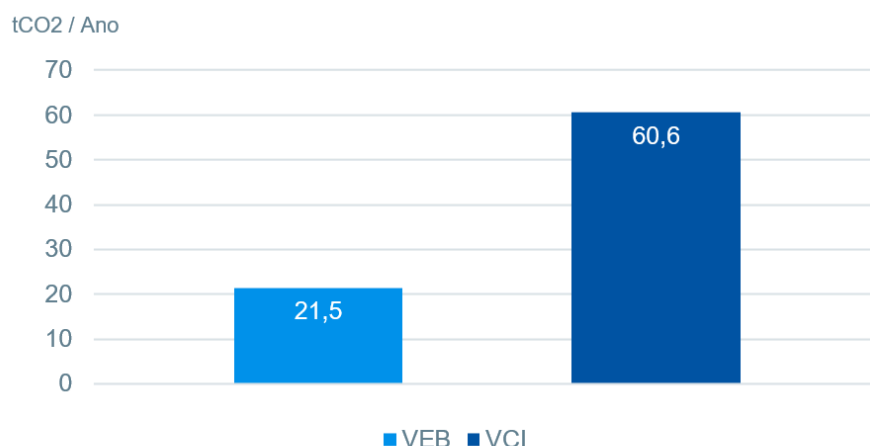


Figura 4.17 - Emissões de CO2 estimadas num ano

Com a eletrificação destes 23 veículos espera-se obter uma redução na ordem dos 65% para as emissões de CO_2 .

4.4.3. Ocorrências por falta de autonomia do VEB

Um indicador crucial para avaliar os resultados do projeto são o número de ocorrências registadas por falta de autonomia. A falta de autonomia tem impacto direto na operação, uma vez que tem como consequência a incapacidade de lhe dar continuidade. Existem ainda custos associados ao reboque do VEB que poderiam colocar em causa a estimativa de redução associada aos custos de mobilidade. A ocorrência repetida deste tipo de situações significaria que as rotas seriam demasiado grandes para que nelas fossem utilizados os modelos de VEBs escolhidos ou que a estrutura de carregamento teria sido mal dimensionada.

O valor objetivo para este indicador seria que o número de ocorrências fosse nulo, ou seja, tanto a gestão de topo, como a equipa do projeto esperavam que com a implementação deste projeto e pela forma metódica como foi implementado, todos os VEBs conseguissem realizar as suas rotinas operacionais sem ficarem sem autonomia. Porém, o objetivo não foi concretizado. Durante o período em análise existiu uma ocorrência com um VEB que por falta de autonomia, viu impedida a concretização da sua operação. Esta ocorrência é a prova da existência de uma falha no projeto, pelo que a equipa decidiu recorrer à utilização da ferramenta dos 5 Porquês, figura 4.18, com o objetivo de identificar a causa raiz do problema.

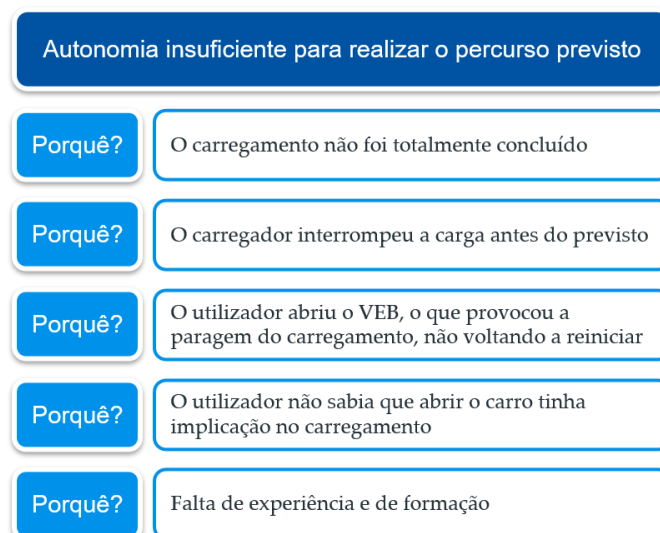


Figura 4.18 - Análise da ocorrência de falta de autonomia pela aplicação da ferramenta 5 Porquês

Neste caso específico o utilizador verificou que não tinha a autonomia esperada quando se preparava para iniciar a sua rotina operacional. De facto, este modelo de VEBs traz de fábrica uma configuração, alterável no computador de bordo, cuja abertura do veículo termina automaticamente o carregamento. Sucedeu que, após colocar o VEB a carregar o utilizador necessitou de voltar ao veículo, pelo que ao abrir as trancas das portas o carregamento foi interrompido. Nem o utilizador foi informado desta configuração, nem o departamento de GF estava a par, pelo que não se conseguiu prever a necessidade de voltar a dar início ao carregamento.

O facto de a mobilidade elétrica e o exercício de colocar o VEB a carregar serem conceitos recentes tem como consequência a inexperiência para lidar com situações como a acabada de descrever. Por outro lado, a aplicação desta ferramenta permitiu à equipa do projeto, apurar que a falha não esteve relacionada nem com a metodologia de dimensionamento da rede de carregamento, nem com a escolha do segmento de veículos a eletrificar, mas com a inexperiência e imaturidade no que diz respeito à mobilidade elétrica.

4.4.4. Degradação da autonomia do VEB

Recordando o que já foi referido na secção 4.3.3, existe uma diferença entre a autonomia real e a autonomia WLTP anunciada. Principalmente em autoestrada, onde a condução é realizada de forma contínua e a velocidades consideradas elevadas, a disparidade entre os quilómetros efetivamente realizados e os quilómetros previstos de realizar é ainda mais acentuada.

Quando escolhidos os veículos a eletrificar e cientes desta degradação de autonomia, optou-se estrategicamente por eletrificar apenas veículos cujas distâncias previstas de realizar diariamente fossem inferiores a 150 km, apesar da autonomia anunciada prever a capacidade de realizar 200 km.

Assim, foi pedido aos utilizadores que diariamente, terminada a sua rotina operacional, registassem a percentagem de bateria remanescente, de modo que quando comparada com a extensão das voltas se pudesse conhecer a sua degradação.

Assumindo que o estilo de condução seria semelhante ao anunciado nas condições WLTP, considerou-se que 100% de bateria corresponderiam a 200 km, e com base nesse pressuposto e a extensão dos percursos estimou-se qual a percentagem de bateria com que cada VEB deveria terminar o dia. Depois, como o estilo de condução é um fator decisivo na degradação da autonomia, e dependendo do dia o utilizador pode realizar uma condução mais ou menos agressiva, a equipa do projeto achou por bem analisar o mínimo de percentagem de bateria remanescente que cada veículo apresentou durante o período em análise com duração de 1 mês.

Com base nos valores esperados e obtidos procedeu-se à construção da tabela 4.4, que sintetiza a degradação de autonomia para cada VEB.

Tabela 4.4 - Degradação máxima da autonomia verificada em cada VEB durante o período de análise

Matrícula	Extensão da volta (km)	% de bateria expectável após rotina operacional	% de bateria mínima obtida após rotina operacional	Degradação (%)
VEB 1	93	54	39	27
VEB 2	51	75	52	30
VEB 3	22	89	68	24
VEB 4	13	94	73	22
VEB 5	64	68	49	28
VEB 6	78	61	43	30
VEB 7	119	41	30	26
VEB 8	142	29	21	28
VEB 9	137	32	23	27
VEB 10	35	83	62	25
VEB 11	110	45	32	29
VEB 12	77	62	44	28
VEB 13	141	30	20	32
VEB 14	15	92	70	24
VEB 15	111	45	31	30
VEB 16	43	79	56	29
VEB 17	75	63	41	34
VEB 18	135	33	28	14
VEB 19	98	51	39	34
VEB 20	139	31	24	21
VEB 21	45	78	53	32
VEB 22	84	58	39	33
VEB 23	69	66	46	30

Pela análise da tabela, verifica-se que a média da degradação de autonomia para este modelo ronda os 27%, tal significa que, como apresentado na equação 4.15, um veículo em média seria capaz de fazer apenas 154 km.

$$Autonomia Real = \frac{Autonomia WLTP \times (100\% - \%_{Degradação})}{100\%} \quad (4.15)$$

$$Autonomia Real = \frac{200 \times (1 - 0,27)}{1} = 154 \text{ km}$$

Constata-se, conseqüentemente, que a degradação da autonomia para a condução em autoestrada é superior à esperada inicialmente (21%) quando, antes da escolha do modelo de VEB a utilizar, se realizaram testes à autonomia do VW Up!

O valor médio estimado para a autonomia real deste modelo em autoestrada indica que o VW Up! não deve ser utilizado para voltas com extensão superior a 154 km. Mais ainda, verifica-se a importância de alertar os utilizadores para o estilo de condução que desempenham. Em especial, aqueles cuja dimensão prevista dos percursos a realizar se aproxima do valor médio estimado como limite, uma vez que os valores de degradação chegam a variar entre os 33% e os 14%, correspondentes a uma autonomia real expectável de 134 e 172 km, respetivamente. Ou seja, para a mesma carga de bateria elétrica existem utilizadores cujo estilo de condução consegue fazer mais 40 km do que outros.

4.5. Fase "Act" do ciclo PDCA

A última fase do ciclo PDCA é o "Act". Esta fase, representada na figura 4.19, é especialmente importante porque diz respeito à implementação de medidas corretivas com o objetivo de aperfeiçoar o projeto de modo contínuo.

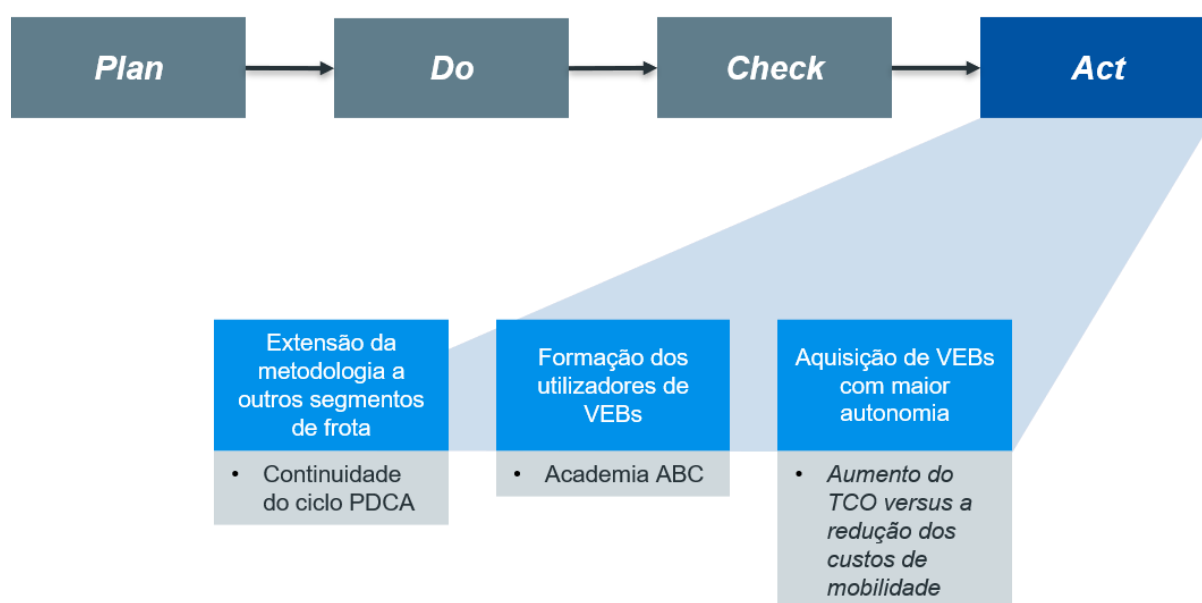


Figura 4.19 - Passos e ferramentas do "Act"

4.5.1. Extensão da metodologia a outros segmentos de frota

No que diz respeito aos indicadores, Custos de mobilidade e Quantidade de emissões de GEE geradas, os resultados obtidos são muito positivos. A transição energética da frota da Brisa apresenta-se como uma estratégia eficaz para conseguir uma redução de custos dos custos de mobilidade através da redução de emissões de GEE, pelo que a sua expansão deve ser tomada em conta como um caminho a percorrer. Claro que tal não significa que deve ser implementada de forma transversal e repentina na organização. Apesar do conceito de eletrificação se mostrar proveitoso no que toca a estes dois indicadores, continuam a existir riscos associados, dos quais é exemplo a ocorrência registada por falta de autonomia, que podem colocar em causa a qualidade dos serviços prestados pela organização. Pelo que se realça a importância de optar por uma estratégia gradual, analisando passo a passo os segmentos de frota e dentro destes os veículos que se podem ou não eletrificar, comparando as necessidades da operação com as soluções, atualmente, existentes no mercado.

4.5.2. Formação dos utilizadores de VEBs

Tomando como exemplo o caso registado e analisado no indicador, Número de ocorrências registadas por falta de autonomia do VEB, reforça-se a necessidade de cautela. Neste caso específico, a causa raiz do problema foi uma falha humana, que uma vez ocorrida alertou a equipa do projeto para a necessidade de formação dos utilizadores dos VEBs.

No caso do grupo Brisa, existe já na organização um programa de formação dos condutores de veículos de frota – ABC. Cientes da existência deste programa, coordenado pelo departamento de GF, a equipa do projeto decidiu acrescentar um novo módulo, relacionado com a condução de VEBs e a utilização de PCVEs, tanto na rede interna do grupo Brisa, como na rede pública.

Esta necessidade, revelou-se de maior importância, não só para os atuais utilizadores de VEs como para uma futura expansão da estratégia de eletrificação, pelo que foi de imediato colocada como uma prioridade a concretizar.

4.5.3. Aquisição de VEBs com maior autonomia

No que diz respeito ao indicador, Média de degradação existente entre a autonomia real e a autonomia WLTP anunciada pela marca, o grupo de trabalho escolheu realizar esta análise para validar a possibilidade de expandir a mobilidade elétrica a mais voltas e/ou segmentos de frota, além dos atualmente eletrificados. Porém, este indicador mostrou que a utilização do modelo de VEB escolhido, VW Up!, seria demasiado arriscado para eletrificar percursos cujas distâncias previstas de percorrer fossem superiores a 154 km.

A mobilidade elétrica está ainda numa fase de maturação, todos os dias são lançados novos modelos com autonomias mais apelativas. Do mesmo modo, o crescimento da rede pública e a implementação de soluções de PCVEs cada vez mais rápidos, são fatores que even-

tualmente diminuirão as barreiras hoje apontadas à autonomia pela generalidade dos condutores. No entanto, apesar de mais apelativas, essas soluções são, por norma, mais dispendiosas.

Com base nos resultados obtidos pelos indicadores, Custos de mobilidade e Quantidade de emissões de GEE geradas, e sendo a transição energética uma estratégia a longo prazo, o grupo de trabalho considerou que para a continuar com a expansão da mobilidade elétrica dentro da frota da Brisa, se devia ponderar a aquisição de VEBs com maior autonomia e, por consequência, de maior custo. A poupança obtida com a redução dos custos de mobilidade apresenta margem para que, pelo menos, se estude esta possibilidade ao reiniciar o ciclo PDCA.

Adicionalmente, uma vez que a análise foi feita com base no custo por quilómetro, a aquisição de VEBs com maior autonomia para eletrificar percursos de maior distância, traduzir-se-ia numa maior poupança efetiva.

4.6. Síntese do capítulo

A utilização da metodologia do ciclo PDCA no processo de eletrificação da frota procurou promover um plano de ação estruturado e escalável. Estruturado porque se pretendeu com esta metodologia definir uma sequência de passos lógicos para a transição elétrica ambicionada, e escalável porque prevê, numa fase posterior, a expansão do plano de ação concebido a outros segmentos de frota.

Para tal, a ferramenta utilizada foi o ciclo PDCA. Consiste num conjunto de 4 fases que preveem a melhoria contínua de forma iterativa, ou seja, através da análise dos resultados obtidos com a implementação das melhorias propostas promove a aplicação de medidas, resultantes da experiência, que visam constantemente a melhoria do processo.

A primeira fase foi o planeamento (*Plan*). Esta fase focou-se na definição do problema, ou seja, as barreiras associadas à mobilidade elétrica, bem como a definição clara do âmbito e objetivo do projeto. Para tal, foi necessário ouvir os *stakeholders*, perceber os seus medos e definir as suas necessidades críticas. Posteriormente, e com base no *feedback* recebido, foi essencial analisar de que forma a mobilidade elétrica colocaria em risco a qualidade dos serviços prestados pela organização e encontrar planos de resposta com o objetivo de mitigar cada um desses riscos.

Realizada a análise às barreiras, riscos e benefícios da mobilidade elétrica, bem como às necessidades dos *stakeholders* e da organização, procedeu-se ao mapeamento de processos de alto nível. Com base neste esforço conseguiram-se identificar todos os envolvidos de modo a construir a fotografia do projeto. Este mapeamento foi fundamental para que se procedesse à definição, calendarização e atribuição de tarefas, bem como identificação eventuais dependências deixando clara a responsabilidade de cada um dos membros envolvidos no projeto.

Num segundo momento, o passo seguinte (*Do*) foi a implementação de tudo o que ficou planeado na fase anterior. Pela heterogeneidade da tipologia de veículos constituintes da frota Brisa, o objetivo do estudo de caso apresentado foi, desde o início, a eletrificação da frota como um processo gradual. Assim, para a concretização desta fase, seria necessário a segmentação da frota de acordo com as necessidades e características operacionais dos veículos, de modo

que de entre os segmentos identificados se pudesse iniciar o processo de eletrificação por aquele cujas características operacionais fossem, mais facilmente, respondidas pelas soluções de VEBs existentes no mercado.

Para tal foi necessário definir quais os dados considerados críticos para a análise das características operacionais e de que forma seriam recolhidos, nomeadamente, a Média das distâncias percorridas diariamente.

Com base nesta análise foram definidos os requisitos de eletrificação, ou seja, um conjunto de características às quais os segmentos identificados teriam de corresponder para que se avançasse com o processo de eletrificação, nomeadamente:

1. Média da distância percorrida diariamente inferior a 200 km;
2. Existência de soluções semelhantes de VEBs para o segmento em questão;
3. Tempo de estacionamento do veículo igual ou superior a 5 h;
4. Operação repetitiva e controlada.

Verificou-se que apenas o segmento Veículos de Portagem apresentava características de acordo com os requisitos de eletrificação definidos. No entanto, a análise das distâncias percorridas pelos veículos deste segmento, mostrou que nem todos os veículos deste segmento respondiam ao critério Média da distância percorrida diariamente inferior a 200 km. Pelo que o próximo passo foi identificar quais os veículos deste segmento que ficariam fora do âmbito do projeto.

Uma vez identificados os veículos a eletrificar, procedeu-se ao dimensionamento da infraestrutura de PCVEs necessária para dar resposta às necessidades de carregamento. A decisão quanto às quantidades e potência dos PCVEs foi tomada pela gestão de topo da organização, que decidiu que todos os veículos deveriam ter um carregador dedicado de modo a permitir a disponibilidade necessária para o carregamento lento. No entanto, dentro do âmbito do projeto ficaram decisões como o modelo de PCVEs a utilizar. A equipa escolheu o modelo *Self-Stand*, tendo sido a decisão baseada na ponderação dos seguintes 4 critérios:

1. Robustez
2. Manutenibilidade
3. Usabilidade
4. Custo

Além do modelo de PCVEs a utilizar, foi ainda necessário decidir o modelo de aquisição dos equipamentos escolhidos. Um dos fornecedores propôs um modelo de *renting*, o que consequentemente levantou a necessidade de proceder a um estudo de viabilidade económica provando que o modelo de aquisição seria mais proveitoso para o tempo de vida expectável para os PCVEs.

Cumpridas e dimensionadas as necessidades de *hardware*, a fase de implementação termina com o dimensionamento das necessidades de *software* e escolha do respetivo fornecedor. Foi realizado um piloto com 5 empresas parceiras, das quais a Efacec foi escolhida como sendo aquela cujo SGC providenciado melhor se adequaria às necessidades definidas. A tomada de decisão assentou nos seguintes critérios:

1. Usabilidade
2. Funcionalidades

3. Custo
4. Disponibilidade do fornecedor

Por ser num formato experimental, aplicada apenas a um segmento de frota, a melhoria deve ser contínua, tanto pela inexperiência como pela imprevisibilidade dos impactos reais. Assim, a fase seguinte do ciclo PDCA foi a análise dos resultados (*Check*). Para facilitar a retirada de conclusões, foram definidos os seguintes indicadores da *performace* do projeto:

1. Custos de mobilidade
2. Quantidade de emissões de GEE geradas
3. Número de ocorrências registadas por falta de autonomia do VEB
4. Média de degradação existente entre a autonomia real e a autonomia WLTP anunciada pela marca

No que toca aos indicadores Custos de Mobilidade e Quantidade de emissões de GEE geradas, os resultados foram muito positivos, resultando numa redução de 60% e 65%, respetivamente.

Por sua vez, no que toca ao indicador Número de ocorrências registadas por falta de autonomia do VEB, existiu uma ocorrência. Este é um indicador crítico, uma vez que a sua ocorrência implica a impossibilidade de realizar a operação e como tal tem impactos diretos na qualidade do serviço prestado pela organização aos seus clientes. No entanto, após a aplicação da ferramenta dos 5 Porquês, percebeu-se que esta ocorrência foi devida à novidade do tema e à inexperiência de utilização de VEBs, facilmente colmatada com formação dos seus utilizadores.

Por sua vez, no que toca ao último indicador Média da degradação existente entre a autonomia real e a autonomia WLTP anunciada pela marca, validou-se com a implementação deste projeto que se torna ainda mais significativa em autoestrada, sendo a autonomia real inferior em cerca de 21% face à autonomia WLTP anunciada pela marca.

A concretização da fase anterior traduziu-se em aprendizagens e necessidades de ajustes, o que nos leva à última fase do ciclo PDCA, a fase de agir (*Act*). Esta fase marca-se pela implementação de novas melhorias resultantes da análise da eletrificação deste segmento, bem como pela necessidade esforço de avaliação contínuo para que se possa expandir o processo de eletrificação aos restantes segmentos da frota.

Destaca-se a metodologia estruturada concebida para concretização da eletrificação deste segmento, bem como a necessidade de formação dos utilizadores e ainda a possibilidade de investimento em VEBs de maior autonomia, uma vez que o aumento do TCO associado pode ser compensado pela redução dos custos de mobilidade resultantes da eletrificação.

5. CONCLUSÃO

Neste, que é o último capítulo da presente dissertação, serão apresentadas as conclusões resultantes do estudo realizado, bem como algumas sugestões e recomendações de eventuais trabalhos futuros que possam dar continuidade ao projeto de expansão da mobilidade elétrica à frota corporativa do grupo Brisa.

5.1. Conclusões gerais

A sustentabilidade e a eficiência energética são, cada vez mais, pilares fundamentais nos modelos de *governance* das organizações. Esta elevada consciência ambiental, conjugada com as políticas e incentivos governamentais, bem como com a oportunidade de reduzir os custos de mobilidade e a dependência de combustíveis fósseis, têm vindo a enfatizar o que se designa como o *momentum* da mobilidade elétrica.

Apesar das barreiras inicialmente apontadas no estudo de caso apresentado, verifica-se que os resultados são muito positivos. Como foi várias vezes referido ao longo desta dissertação, e no que toca a frotas, a transição energética deve ser um processo gradual, resultado de uma análise detalhada das rotinas de cada veículo. De facto, a nível operacional, ainda existem tarefas que não podem ser desempenhadas por VEBs. Porém e dado o impacto das frotas corporativas no total de emissões de GEE libertadas mundialmente, verifica-se que é hora de as empresas começarem a escolher um ponto de partida.

A metodologia aplicada ao longo desta dissertação procurou identificar e selecionar um segmento de frota cujas características operacionais pudessem ser respondidas pelas soluções de VEBs atualmente existentes no mercado. Identificados os veículos a eletrificar, o passo seguinte é definir os requisitos de informação necessários para manter o controlo sobre a gestão do ciclo de vida dos veículos, seja a nível do número de quilómetros, importante para a gestão dos contratos de *renting*, seja no que se refere aos custos de mobilidade. Posteriormente, segue-se o dimensionamento da rede de PCVEs a instalar, o que implica definir quantidades, localizações, modelos e potência dos equipamentos a adquirir. Por último, termina-se com a instalação dos PCVEs e a implementação de soluções de recolha da informação definida como necessária.

Porém, o processo não deve ficar por aqui, o presente estudo de caso mostra que as aplicações da metodologia de melhoria contínua, como o ciclo PDCA, podem ir além da indústria e devem ser adaptadas ao setor dos serviços, como é o caso da gestão de frota. A utilização desta ferramenta mostrou ser um sucesso. Em específico neste estudo de caso, foram eletrificados 23 veículos e, com isso, reduzida a quantidade de emissões de GEE em cerca de 65% e os custos de mobilidade em aproximadamente 60%. Mas, também importante, foi desenvolvida uma metodologia de atuação e adquiridos conhecimentos e experiência para que se continue com a expansão da mobilidade elétrica aos restantes segmentos.

Tendo em conta que o ciclo PDCA deve ser visto como uma ferramenta dinâmica e com constante pensamento na melhoria contínua, é errado pensar que não há possibilidade para melhorar. De facto, os *outputs* resultantes do projeto preveem a formação dos utilizadores como uma melhoria a implementar e o estudo da possibilidade de integração de VEBs com maior autonomia, como uma forma de acelerar a expansão da mobilidade elétrica a outros segmentos da frota.

Assim, conclui-se que os objetivos foram atingidos e comprovou-se que com determinação, foco e resiliência, uma política de planeamento estruturado, métricas quantificáveis e uma visão clara do âmbito do projeto são fatores chave para alcançar os desafios propostos.

É de salientar a importância da gestão de topo ao longo de todo este processo, o facto de a mobilidade elétrica ter sido assumida como um compromisso da organização para com a sociedade foi fulcral para o sucesso deste projeto. Isso resultou quer na disponibilidade de recursos, quer na cultura que internamente se instituiu na organização.

Este pequeno passo e a sua continuidade representam o despertar de uma nova realidade, principalmente num tempo em que a escassez de recursos e, conseqüente, aumento contínuo dos custos dos combustíveis fósseis são a principal causa da inflação de bens e serviços.

5.2. Limitações do estudo

A presente dissertação apresenta algumas limitações que devem ser mencionadas. Em primeiro lugar a quantificação das emissões de GEE não tem em consideração as emissões resultantes da produção de baterias de lítio ou da sua reciclagem, o que pode ser o ponto cego no que toca aos benefícios ambientais assumidos no estudo de caso apresentado. Apesar de não serem atribuídas ao grupo Brisa, estas emissões são uma consequência da cadeia de abastecimento da mobilidade elétrica.

Por sua vez, no que toca ao indicador Custos de mobilidade, o estudo de caso apresentado pressupõe e materializa a instalação de PCVEs nos locais de estacionamento dos atuais 23 VEBs. Uma vez que o âmbito do projeto previa apenas a eletrificação de veículos cuja autonomia fosse suficiente para a realização completa das rotinas operacionais diárias, é natural que não sejam utilizados frequentemente PCVEs da rede pública. Além disso, a expansão da estratégia a outros segmentos de frota pode exigir, além da utilização dos PCVEs da rede interna do grupo Brisa, uma utilização mais regular dos PCVEs da rede pública. Dada a disparidade existente entre o custo de uma transação na rede pública, especialmente se realizada num PCUR, e o custo de uma transação semelhante efetuada na rede privada, é provável que os

benefícios económicos sejam inferiores aos resultados apresentados, uma vez que a primeira envolve um custo consideravelmente mais elevado.

5.3. Propostas de trabalhos futuros

A chave para o crescimento de uma empresa é a melhoria contínua, a busca constante de novas tecnologias que acrescentem valor e reduzam tudo o que é desperdício ou desnecessário.

Em primeiro lugar deve ser garantida a expansão da estratégia de eletrificação e implementação das sugestões de melhoria já apresentadas na fase final do ciclo PDCA, não perdendo o rumo no cumprimento dos objetivos traçados. Depois, é importante publicar os resultados obtidos de forma a fomentar o interesse e aceitação da mobilidade elétrica, tanto dentro como fora da organização, uma vez que a Brisa é uma empresa de referência e, como tal, com grande impacto nas tendências do setor.

Em seguida, deve ser explorada a utilização de fontes de energia renováveis para a alimentação dos PCVEs instalados e pretendidos instalar no futuro, com especial ênfase na energia solar, dada a atual existência de soluções especialmente direcionadas para a mobilidade elétrica e desenhadas para parques. Esta solução permitiria reduzir ainda mais os custos de mobilidade e a quantidade de emissões de GEE.

Por último, no caso de veículos característicos do segmento dos VUP verificou-se que o único requisito de eletrificação não concordante foi o facto de não realizarem uma operação repetitiva e controlada. Apesar da rotina trabalho-casa, uma vez que são carros de utilização pessoal, também realizam deslocações durante o fim de semana e o período de férias. No entanto, seguindo a mesma estratégia de instalação de PCVEs no local de trabalho e a aquisição de soluções de VEHs para substituição dos atuais VCIs, prevê-se que seria possível realizar o percurso trabalho-casa em modo 100% elétrico, sendo necessário que os utilizadores residam dentro de um raio de ação com distância inferior à capacidade de autonomia. Desta forma, seria apenas necessário efetuar o carregamento em casa, na tomada doméstica, e nos PCVEs instalados no espaço de trabalho, garantindo que no início de cada viagem a bateria do veículo estaria totalmente completa. O facto de se tratar de uma solução híbrida permitiria que, perante a impossibilidade de carregar em casa ou a necessidade de realizar percursos de maior distância, o utilizador recorresse à mobilidade a combustíveis fósseis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antony, J., Singh Bhuller, A., Kumar, M., Mendibil, K., & Montgomery, D. C. (2012). Application of Six Sigma DMAIC methodology in a transactional environment. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 29(1), 31–53. <https://doi.org/10.1108/02656711211190864>
- Baptista, P. C., Silva, C. M., Farias, T. L., & Heywood, J. B. (2012). Energy and environmental impacts of alternative pathways for the Portuguese road transportation sector. *Energy Policy*, 51, 802–815. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.09.025>
- Batista, M. T. F. (2020). A eficiência energética e o sector dos transportes em Portugal: Breve estado da arte. TRIM. *Tordesillas*, 17, 15–29. <https://doi.org/10.24197/trim.17.2019.15-29>
- Bessant, J., Caffyn, S., Gilbert, J., Harding, R., & Webb, S. (1994). Rediscovering continuous improvement. *Technovation*, 14(1), 17–29. [https://doi.org/10.1016/0166-4972\(94\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0166-4972(94)90067-1)
- Bitencourt, L., Abud, T. P., Dias, B. H., Borba, B. S. M. C., Maciel, R. S., & Quirós-Tortós, J. (2021). Optimal location of EV charging stations in a neighborhood considering a multi-objective approach. *Electric Power Systems Research*, 199, 107391. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2021.107391>
- Bjerkan, K. Y., Nørbech, T. E., & Nordtømme, M. E. (2016). Incentives for promoting Battery Electric Vehicle (BEV) adoption in Norway. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 43, 169–180. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.12.002>
- Brahm, C., & Kleiner, B. H. (1996). Advantages and disadvantages of group decision making approaches. *Team Performance Management: An International Journal*, 2(1), 30–35. <https://doi.org/10.1108/13527599610105538>
- Brisa. (n.a.). <https://www.brisa.pt/pt/empresa-e-estrategia/perfil-brisa/historia-do-grupo>. Consultado em 15 de janeiro de 2022.
- Cavadas, J., Correia, G., & Gouveia, J. (2015). A MIP model for locating slow-charging stations for electric vehicles in urban areas accounting for driver tours. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 75, 188–201. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2014.11.005>
- Chandra, A., Gulati, S., & Kandlikar, M. (2010). Green drivers or free riders? An analysis of tax rebates for hybrid vehicles. *Journal of Environmental Economics and Management*, 60(2), 78–93. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2010.04.003>
- Chavas, J.-P. (Ed.). (2004). Risk Analysis in Theory and Practice. *Risk Analysis in Theory and Practice*, 1–4. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012170621-0.50000-6>
- Colwell, S., Friedmann, M., & Carmichael, D. (2000). The research vendor selection process: A quantitative decision matrix for increasing value for both buyers and sellers. *Journal of Financial Services Marketing*, 5, 181–196. <https://doi.org/10.1057/palgrave.fsm.4770017>

- Diamond, D. (2009). The impact of government incentives for hybrid-electric vehicles: Evidence from US states. *Energy Policy*, 37(3), 972–983. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.094>
- Direção Geral de Energia e Geologia. (2020). *Balanço Energético Nacional*. <https://www.dgeg.gov.pt/pt/destaques/balanco-energetico-nacional-2020/>. Consultado em 12 de dezembro de 2021.
- Dong, J., & Lin, Z. (2012). Within-day recharge of plug-in hybrid electric vehicles: Energy impact of public charging infrastructure. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17(5), 405–412. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2012.04.003>
- Duijm, N. J. (2015). Recommendations on the use and design of risk matrices. *Safety Science*, 76, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.02.014>
- Eliasson, J., Kopsch, F., Mandell, S., & Wilhelmsson, M. (2020). Transport Mode and the Value of Accessibility—A Potential Input for Sustainable Investment Analysis. *Sustainability*, 12(5), 2143. <https://doi.org/10.3390/su12052143>
- Erdogan, N., Pamucar, D., Kucuksari, S., & Deveci, M. (2021). An integrated multi-objective optimization and multi-criteria decision-making model for optimal planning of workplace charging stations. *Applied Energy*, 304, 117866. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117866>
- EUROSTAT. (2020). *Environment Data Navigation Tree*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse_gas_emission_statistics_-_air_emissions_accounts. Consultado em 12 de dezembro de 2021.
- Frade, I., Ribeiro, A., Gonçalves, G., & Antunes, A. P. (2011). Optimal Location of Charging Stations for Electric Vehicles in a Neighborhood in Lisbon, Portugal. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2252(1), 91–98. <https://doi.org/10.3141/2252-12>
- Franke, T., Neumann, I., Bühler, F., Cocron, P., & Krems, J. F. (2012). Experiencing Range in an Electric Vehicle: Understanding Psychological Barriers. *Applied Psychology*, 61(3), 368–391. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2011.00474.x>
- Funke, S., Sprei, F., Gnann, T., & Plötz, P. (2019). How much charging infrastructure do electric vehicles need? A review of the evidence and international comparison. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 77, 224–242. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.10.024>
- Garvey, P. R., & Lansdowne, Z. F. (1998). Risk Matrix: An Approach for Identifying, Assessing, and Ranking Program Risks. *Air Force Journal of Logistics*. s.l.
- Gass, V., Schmidt, J., & Schmid, E. (2014). Analysis of alternative policy instruments to promote electric vehicles in Austria. *Renewable Energy*, 61, 96–101. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.08.012>
- Geraldi, J., & Lechter, T. (2012). Gantt charts revisited: A critical analysis of its roots and implications to the management of projects today. *International Journal of Managing Projects in Business*, 5(4), 578–594. <https://doi.org/10.1108/17538371211268889>
- Geraldi, J., Maylor, H., & Williams, T. (2011). Now, Let's Make it Really Complex (Complicated): A Systematic Review of the Complexities of Projects. *International Journal of Operations and Production Management*, 31(9), 966–990. <https://doi.org/10.1108/01443571111165848>
- Giansoldati, M., Monte, A., & Scorrano, M. (2020). Barriers to the adoption of electric cars: Evidence from an Italian survey. *Elsevier Enhanced Reader*. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111812>
- Gido, J., Clements, J. P., & Baker, R. (2018). *Successful project management (Seventh edition)*. Cengage Learning. Boston
- Globisch, J., Dütschke, E., & Wietschel, M. (2018). Adoption of electric vehicles in commercial fleets: Why do car pool managers campaign for BEV procurement? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 64, 122–133. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.10.010>

- Gnann, T., Plötz, P., & Haag, M. (2013). What is the future of public charging infrastructure for electric vehicles? – A techno-economic assessment of public charging points for Germany.
- Goncearuc, A., Sapountzoglou, N., De Cauwer, C., Coosemans, T., Messagie, M., & Crispeels, T. (2022). An integrative approach for business modelling: Application to the EV charging market. *Journal of Business Research*, 143, 184–200. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.12.077>
- Gonzalez, R. V. D., & Martins, M. F. (2016). Capability for continuous improvement: Analysis of companies from automotive and capital goods industries. *The TQM Journal*, 28(2), 250–274. <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2014-0059>
- Guimaraes, A., McGowan, L., VanNevel, M., & Wang, Z. (2018). The Value of Full-Time Project Management Positions: PMO Nuts and Bolts at Hesburgh Libraries. *Project Management in the Library Workplace* (Vol. 38, pp. 199–228). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S0732-067120180000038015>
- Gupta, G., & Mishra, R. P. (2016). A SWOT analysis of reliability centered maintenance framework. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 22(2), 130–145. <https://doi.org/10.1108/JQME-01-2015-0002>
- Gupta, R., Pena-Bello, A., Streicher, K. N., Roduner, C., Farhat, Y., Thöni, D., Patel, M. K., & Parra, D. (2021). Spatial analysis of distribution grid capacity and costs to enable massive deployment of PV, electric mobility and electric heating. *Applied Energy*, 287, 116504. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116504>
- Guzman, K. (2020). Project Kickoff and Getting Started. *Simplifying the Complex* (pp. 1–23). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83867-969-920201001>
- Hardman, S. (2019). Understanding the impact of reoccurring and non-financial incentives on plug-in electric vehicle adoption – A review. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 119, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.11.002>
- Hayes, D. S. (2000). Evaluation and Application of a Project Charter Template to Improve the Project Planning Process. *Project Management Journal*, 31(1), 14–23. <https://doi.org/10.1177/875697280003100104>
- Hecht, C., Victor, K., Zurmühlen, S., & Sauer, D. U. (2021). Electric vehicle route planning using real-world charging infrastructure in Germany. *ETransportation*, 10, 100143. <https://doi.org/10.1016/j.etrans.2021.100143>
- Helms, M. M., & Nixon, J. (2010). Exploring SWOT analysis – where are we now? A review of academic research from the last decade. *Journal of Strategy and Management*, 3(3), 215–251. <https://doi.org/10.1108/17554251011064837>
- Heslin, P. (2009). Better than Brainstorming – Boundary Conditions To Brainwriting For Idea Generation In Organizations. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*. https://www.academia.edu/33868794/Better_than_Brainstorming_Boundary_Conditions_To_Brainwriting_For_Idea_Generation_In_Organizations. Consultado em 2 de março de 2022.
- Heymann, F., Silva, J., Miranda, V., Melo, J., Soares, F. J., & Padilha-Feltrin, A. (2019). Distribution network planning considering technology diffusion dynamics and spatial net-load behavior. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 106, 254–265. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2018.10.006>
- Hsieh, I.Y. L., Nunes, A., Pan, M. S., & Green, W. H. (2020). Recharging systems and business operations to improve the economics of electrified taxi fleets. *Sustainable Cities and Society*, 57, 102119. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102119>
- Huang, X., Lin, Y., Lim, M. K., Zhou, F., Ding, R., & Zhang, Z. (2022). Evolutionary dynamics of promoting electric vehicle-charging infrastructure based on public-private partnership cooperation. *Energy*, 239, 122281. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122281>

- Hutwelker, R. (2019). Six Sigma Green Belt Certification Project: Identification, Implementation and Evaluation. Springer. s.l.
- Imai, M. (1986). Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success. McGraw-Hill Education. <https://maaw.info/ArticleSummaries/ArtSumImaiKaizen1986.htm>. Consultado em 5 de março de 2022.
- IMT. (2020). *Anuário Estatístico da Mobilidade e dos Transportes*. <https://www.imt-ip.pt/sites/IMTT/Portugues/Noticias/Paginas/AnuarioEstatisticoMobilidadeTransportes2020.aspx>. Consultado em 12 de dezembro de 2021.
- Ismail Salaheldin, S. (2003). The implementation of TQM strategy in Egypt: A field-force analysis. *The TQM Magazine*, 15(4), 266–274. <https://doi.org/10.1108/09544780310486173>
- Jenn, A., Azevedo, I. L., & Ferreira, P. (2013). The impact of federal incentives on the adoption of hybrid electric vehicles in the United States. *Energy Economics*, 40, 936–942. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.07.025>
- Jensen, A. F., Cherchi, E., & Mabit, S. L. (2013). On the stability of preferences and attitudes before and after experiencing an electric vehicle. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25, 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.07.006>
- Kalargiros, E. M., & Manning, M. R. (2015). Divergent Thinking and Brainstorming in Perspective: Implications for Organization Change and Innovation. *Research in Organizational Change and Development* (Vol. 23, pp. 293–327). Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S0897-301620150000023007>
- Kihm, A., & Trommer, S. (2014). The new car market for electric vehicles and the potential for fuel substitution. *Energy Policy*, 73, 147–157. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.05.021>
- Klein, M., Lüpke, L., & Günther, M. (2020). Home charging and electric vehicle diffusion: Agent-based simulation using choice-based conjoint data. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 88, 102475. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102475>
- Kloppenborg, T. J. (2012). Strategic leadership of portfolio and project management (1st ed.). *Business Expert Press*. New York
- Kolodziejek, D. P. H., Pham, T. H., Hofman, T., & Wilkins, S. (2019). An Optimization and Analysis Framework for TCO Minimization of Plug-in Hybrid Heavy-duty Electric Vehicles. *IFAC-PapersOnLine*, 52(5), 484–491. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.09.077>
- Kong, W., Luo, Y., Feng, G., Li, K., & Peng, H. (2019). Optimal location planning method of fast charging station for electric vehicles considering operators, drivers, vehicles, traffic flow and power grid. *Energy*, 186, 115826. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.07.156>
- Kouridis, C., & Vlachokostas, C. (2022). Towards decarbonizing road transport: Environmental and social benefit of vehicle fleet electrification in urban areas of Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153, 111775. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111775>
- Kwon, Y., Son, S., & Jang, K. (2018). Evaluation of incentive policies for electric vehicles: An experimental study on Jeju Island. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 116, 404–412. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.06.015>
- Learned, E. P., Andrews, K. R., Christensen, C. R., & Guth, W. D. (1969). *Business policy: Text and cases*. Irwin. Homewood
- LeasePlan. (n.a.). <https://www.leaseplan.com/pt-pt/wltp/>. Consultado em 19 de março de 2022
- Lewin, K., Cartwright, D., University of Michigan, & Research Center for Group Dynamics. (1951). *Field Theory in Social Science: Selected Theoretical Papers*. Harper Brothers. New York
- Lewis, W. (2020). PDCA/Test: A Quality Framework for Software Testing. CRC Press. New York

- Li, J., Chunbing, B., & Wu, D. (2018). How to Design Rating Schemes of Risk Matrices: A Sequential Updating Approach. *Risk Analysis*, 38, 99–117. <https://doi.org/10.1111/risa.12810>
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer (1st edition)*. McGraw-Hill Education. New York
- Locher, D. (2011). *Lean Office and Service Simplified (1st edition)*. CRC Press. New York
- Luh Lan, L., & Lee, J. (1997). Force-field analysis on policies affecting working women in Singapore. *Journal of Management Development*, 16(1), 43–52. <https://doi.org/10.1108/02621719710155472>
- Luo, L., Gu, W., Zhou, S., Huang, H., Gao, S., Han, J., Wu, Z., & Dou, X. (2018). Optimal planning of electric vehicle charging stations comprising multi-types of charging facilities. *Applied Energy*, 226, 1087–1099. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.06.014>
- Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2016). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance*, 35, 522–531. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)00065-4](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)00065-4)
- Marion, J., & Muehlegger, E. (2018). Tax compliance and fiscal externalities: Evidence from U.S. diesel taxation. *Journal of Public Economics*, 160, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2018.02.007>
- Melliger, M. A., van Vliet, O. P. R., & Liimatainen, H. (2018). Anxiety vs reality – Sufficiency of battery electric vehicle range in Switzerland and Finland. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 65, 101–115. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.08.011>
- Mikkelsen, H., & Riis, J. O. (2017). *Project Management* (pp. 669–777). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-78714-829-120171023>
- Mobi.e. (n.a.). <https://www.mobie.pt/redemobie/rede-o-que-e>. Consultado em 23 de novembro de 2021.
- Muñoz, E. R., & Jabbari, F. (2020). A decentralized, non-iterative smart protocol for workplace charging of battery electric vehicles. *Applied Energy*, 272, 115187. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115187>
- Muralidharan, K. (2015). *Six Sigma for Organizational Excellence: A Statistical Approach*. Springer. New Delhi
- Nie, Y. (Marco), Ghamami, M., Zockaie, A., & Xiao, F. (2016). Optimization of incentive policies for plug-in electric vehicles. *Transportation Research Part B: Methodological*, 84, 103–123. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.12.011>
- O'Neill, E., Moore, D., Kelleher, L., & Brereton, F. (2019). Barriers to electric vehicle uptake in Ireland Perspectives of car dealers and policy makers. *Elsevier Enhanced Reader*. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.12.005>
- Osborn, A. (1953). *Applied imagination: Principles and procedures of creative thinking*. Scribner. New York
- Osieczko, K., Zimon, D., Płaczek, E., & Prokopiuk, I. (2021). Factors that influence the expansion of electric delivery vehicles and trucks in EU countries. *Journal of Environmental Management*, 296, 113177. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113177>
- Ovadia, S. (2018). *Project Management in the Library Workplace* (Vol. 38, pp. 115–131). Emerald Publishing Limited. Bingley
- Pandya, S. (2017). Improving the learning and developmental potential of SWOT analysis: Introducing the LISA framework. *Strategic Direction*, 33(3), 12–14. <https://doi.org/10.1108/SD-09-2016-0132>
- Porter, M. E. (1991). Towards a dynamic theory of strategy. *Strategic Management Journal*, 12(S2), 95–117. <https://doi.org/10.1002/smj.4250121008>

- Powell, D., & Coughlan, P. (2020). Corporate Lean Programs: Practical Insights and Implications for Learning and Continuous Improvement. *Procedia CIRP*, 93, 820–825. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.072>
- Pudjianto, D., Djapic, P., Aunedi, M., Gan, C. K., Strbac, G., Huang, S., & Infield, D. (2013). Smart control for minimizing distribution network reinforcement cost due to electrification. *Energy Policy*, 52, 76–84. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.05.021>
- Qazi, A., Dikmen, I., & Birgonul, M. T. (2020). Prioritization of interdependent uncertainties in projects. *International Journal of Managing Projects in Business*, 13(5), 913–935. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-10-2019-0253>
- Ramírez, K. M., Álvaro, V. H., Miguel-Davila, J. Á., & Suárez Barraza, M. F. (2018). Kaizen, a continuous improvement practice in organizations: A comparative study in companies from Mexico and Ecuador. *The TQM Journal*, 30(4), 255–268. <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2017-0085>
- Rüdisüli, M., Teske, S. L., & Elber, U. (2019). Impacts of an Increased Substitution of Fossil Energy Carriers with Electricity-Based Technologies on the Swiss Electricity System. *Energies*, 12(12), 2399. <https://doi.org/10.3390/en12122399>
- Sabater, J., & Garcia, J. A. (2011). Can we still talk about continuous improvement? Rethinking enablers and inhibitors for successful implementation. *International Journal of Technology Management*, 55, 28–42. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2011.041678>
- Schipper, T., & Swets, M. (2009). *Innovative Lean Development (1st edition)*. CRC Press. Sheffield
- Schulz, F., & Rode, J. (2022). Public charging infrastructure and electric vehicles in Norway. *Energy Policy*, 160, 112660. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112660>
- Schwering, R. E. (2003). Focusing leadership through force field analysis: New variations on a venerable planning tool. *Leadership & Organization Development Journal*, 24(7), 361–370. <https://doi.org/10.1108/01437730310498587>
- Segundo Sevilla, F. R., Parra, D., Wyrsh, N., Patel, M. K., Kienzle, F., & Korba, P. (2018). Techno-economic analysis of battery storage and curtailment in a distribution grid with high PV penetration. *Journal of Energy Storage*, 17, 73–83. <https://doi.org/10.1016/j.est.2018.02.001>
- Sierzechula, W., Bakker, S., Maat, K., & van Wee, B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy Policy*, 68, 183–194. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.043>
- Stapenhurst, T. (2009). *The Benchmarking Book* (pp. 75–87). Routledge. London
- Su, W., Eichl, H., Zeng, W., & Chow, M.-Y. (2012). A Survey on the Electrification of Transportation in a Smart Grid Environment. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.1109/TII.2011.2172454>
- Tal, G., & Nicholas, M. (2016). Exploring the Impact of the Federal Tax Credit on the Plug-In Vehicle Market. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2572(1), 95–102. <https://doi.org/10.3141/2572-11>
- Taroun, A. (2014). Towards a better modelling and assessment of construction risk: Insights from a literature review. *International Journal of Project Management*, 32(1), 101–115. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.03.004>
- Tekreeti, M. S., & Beheiry, S. M. (2016). A decision matrix approach to green project management processes. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 13(3), 174–189. <https://doi.org/10.1108/WJSTSD-01-2016-0009>
- Tempelman, & Schildmeijer. (2015). *Lean in Practice. Lean Six Sigma Company*. Rotterdam

- Tempelman, Schildmeijer, R., Onderwater, A., & Aalten, M. (2013). *Six Sigma in Practice. Lean Six Sigma Company*. Rotterdam
- Thakkar, J., Deshmukh, S. G., & Shastree, A. (2006). Total quality management (TQM) in self-financed technical institutions: A quality function deployment (QFD) and force field analysis approach. *Quality Assurance in Education*, 14(1), 54–74. <https://doi.org/10.1108/09684880610643610>
- Tran, D. H. (2020). Optimizing time–cost in generalized construction projects using multiple-objective social group optimization and multi-criteria decision-making methods. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(9), 2287–2313. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2019-0412>
- Triantafyllopoulos, G., Katsaounis, D., Karamitros, D., Ntziachristos, L., & Samaras, Z. (2018). Experimental assessment of the potential to decrease diesel NOx emissions beyond minimum requirements for Euro 6 Real Drive Emissions (RDE) compliance. *Science of The Total Environment*, 618, 1400–1407. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.274>
- Tucker, G. (2015). *Business Continuity from Preparedness to Recovery: A Standards-Based Approach*. Butterworth-Heinemann. Oxford
- VanGundy, A. B. (1984). Brain Writing for New Product Ideas: An Alternative to Brainstorming. *Journal of Consumer Marketing*, 1(2), 67–74. <https://doi.org/10.1108/eb008097>
- Vuichard, P. (2021). Electrifying the company car: Identifying hard and soft barriers among fleet managers in Switzerland. *Energy Research & Social Science*, 77, 102098. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102098>
- Wang, S., Bi, S., Zhang, Y. J. A., & Huang, J. (2018). Electrical Vehicle Charging Station Profit Maximization: Admission, Pricing, and Online Scheduling. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, 9(4), 1722–1731. <https://doi.org/10.1109/TSTE.2018.2810274>
- Wang, S., Wang, J., Li, J., Wang, J., & Liang, L. (2018). Policy implications for promoting the adoption of electric vehicles: Do consumer's knowledge, perceived risk and financial incentive policy matter? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 117, 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.014>
- Wang, X., Shahidehpour, M., Jiang, C., & Li, Z. (2019). Coordinated Planning Strategy for Electric Vehicle Charging Stations and Coupled Traffic-Electric Networks. *IEEE Transactions on Power Systems*, 34(1), 268–279. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2018.2867176>
- Ward, T. B., Smith, S. M., & Finke, R. A. (1999). Creative cognition. *Handbook of creativity* (pp. 189–212). Cambridge University Press.
- Webb, J., & Furterer, S. L. (2019). A lean six sigma approach for improving university campus office moves. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(4), 928–947. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2018-0042>
- Wilson, C. (2013). Brainstorming and Beyond. *Brainstorming and Beyond* (pp. 1–41). Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407157-5.00001-4>
- Wren, D. A. (2015). Implementing the Gantt chart in Europe and Britain: The contributions of Wallace Clark. *Journal of Management History*, 21(3), 309–327. <https://doi.org/10.1108/JMH-09-2014-0163>
- Xi, X., Sioshansi, R., & Marano, V. (2013). Simulation–optimization model for location of a public electric vehicle charging infrastructure. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 22, 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.02.014>
- Yilmaz, S., Rinaldi, A., & Patel, M. K. (2020). DSM interactions: What is the impact of appliance energy efficiency measures on the demand response (peak load management)? *Energy Policy*, 139, 111323. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111323>

- Zhang, H., Hu, Z., Xu, Z., & Song, Y. (2016). An Integrated Planning Framework for Different Types of PEV Charging Facilities in Urban Area. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 7(5), 2273–2284. <https://doi.org/10.1109/TSG.2015.2436069>
- Zhang, H., Hu, Z., Xu, Z., & Song, Y. (2017). Optimal Planning of PEV Charging Station With Single Output Multiple Cables Charging Spots. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 8(5), 2119–2128. <https://doi.org/10.1109/TSG.2016.2517026>
- Zhang, L., Zhao, Z., Xin, H., Chai, J., & Wang, G. (2018). Charge pricing model for electric vehicle charging infrastructure public-private partnership projects in China: A system dynamics analysis. *Journal of Cleaner Production*, 199, 321–333. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.169>
- Zhang, Q., Li, H., Zhu, L., Campana, P. E., Lu, H., Wallin, F., & Sun, Q. (2018). Factors influencing the economics of public charging infrastructures for EV – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 500–509. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.022>
- Zhang, Y., Zhang, Q., Farnoosh, A., Chen, S., & Li, Y. (2019). GIS-Based Multi-Objective Particle Swarm Optimization of charging stations for electric vehicles. *Energy*, 169, 844–853. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.062>

ANEXOS

Anexo A: Project Charter atualizado

e-Mobility		
PROJECT CHARTER		
Prepared by	João Alves	Version: IV
Approved by	Luís Prazeres	17/12/2021

I. Summary of the project context

Seleção e eletrificação de um segmento de frota específico com rotinas controladas e percursos de distâncias inferiores aos 200KM/dia.

II. Project justification

- Redução da dependência de combustíveis fósseis e consequente redução de emissões de GEE
- Alcançar os objetivos do Plano Racionalização Consumos Energéticos (PRCE)
- Redução dos custos de mobilidade

III. Project manager's name, responsibilities and authority

João Alves – Departamento de Gestão de Frota

- Análise e escolha de fornecedores de PCVEs
- Identificação do segmento de frota a eletrificar
- Definição dos locais a instalar os PCVEs
- Planeamento da instalação e aquisição dos VEBs
- Ligação dos PCVEs ao Sistema de Gestão de Carregamentos

Vitor Pereira – Departamento Gestão de Infraestruturas

- Dimensionamento e planeamento de obra civil para instalação de PCVEs

Alexandre Alves – Departamento de Manutenção Eletrónica

- Instalação dos PCVEs
- Manutenção dos PCVEs

IV. Basic needs of the work to be accomplished

- Definição de requisitos de comunicação dos PCVEs para futura monitorização de consumos
- Existência de espaço para estacionamento no local de instalação do PCVE
- Garantia de autonomias dos VEs superiores às distâncias entre PCVEs
- Assegurar a instalação dos PCVEs antes da substituição dos VCI's por VEBs
- Elaborar de protocolo de manutenção preventiva
- Formar e preparar os utilizadores para a realidade da mobilidade elétrica

Figura A. 1 - Project Charter atualizado

V. Main Stakeholders

- Gestão de topo
- Departamento Gestão de Frota
- Departamento de Gestão de Infraestruturas
- Departamento Manutenção Eletrónica
- Departamento de Sustentabilidade
- Eletricistas
- Clientes Internos

VI. Project description

A. Project's product

Instalação e operação de uma rede interna de PCVEs

B. Project Schedule

Início: 21/06/2021

Fim: 31/01/2022

C. Initial Costs Estimates

50 000€

VII. Initial assumptions

- As autonomias atualmente disponíveis permitem fazer percursos de 200 km reais
- O carregamento da bateria irá ocorrer durante o período noturno no qual o VEB está parqueado e a energia é mais barata
- As instalações elétricas dos locais onde os PCVEs serão instalados têm potência suficiente para a realização da operação de carregamento
- Os VE não irão realizar deslocações além dos percursos planeados

VIII. Initial constraints

- Exatidão do histórico de quilometragens percorridas
- Necessidade de redefinição das rotinas e rotas afetas a cada VE
- Resistência por parte dos utilizadores à introdução da mobilidade elétrica

IX. Administration

A. Initial resource needs

Recursos humanos e financeiros para o dimensionamento e instalação da infraestruturas necessária à mobilidade elétrica

B. Need for the organization's support

Definição da transição para a mobilidade elétrica como uma visão do futuro e um pilar estratégico segundo os critérios ESG

C. Project information control and management

- Reuniões quinzenais de acompanhamento e planeamento
- Acesso de todos os intervenientes à ferramenta Microsoft *Planner* onde são atribuídas e atualizados os estados de todas as tarefas

Figura A. 2 - *Project Charter* atualizado - continuação

Anexo B: Diagrama de *Gantt*

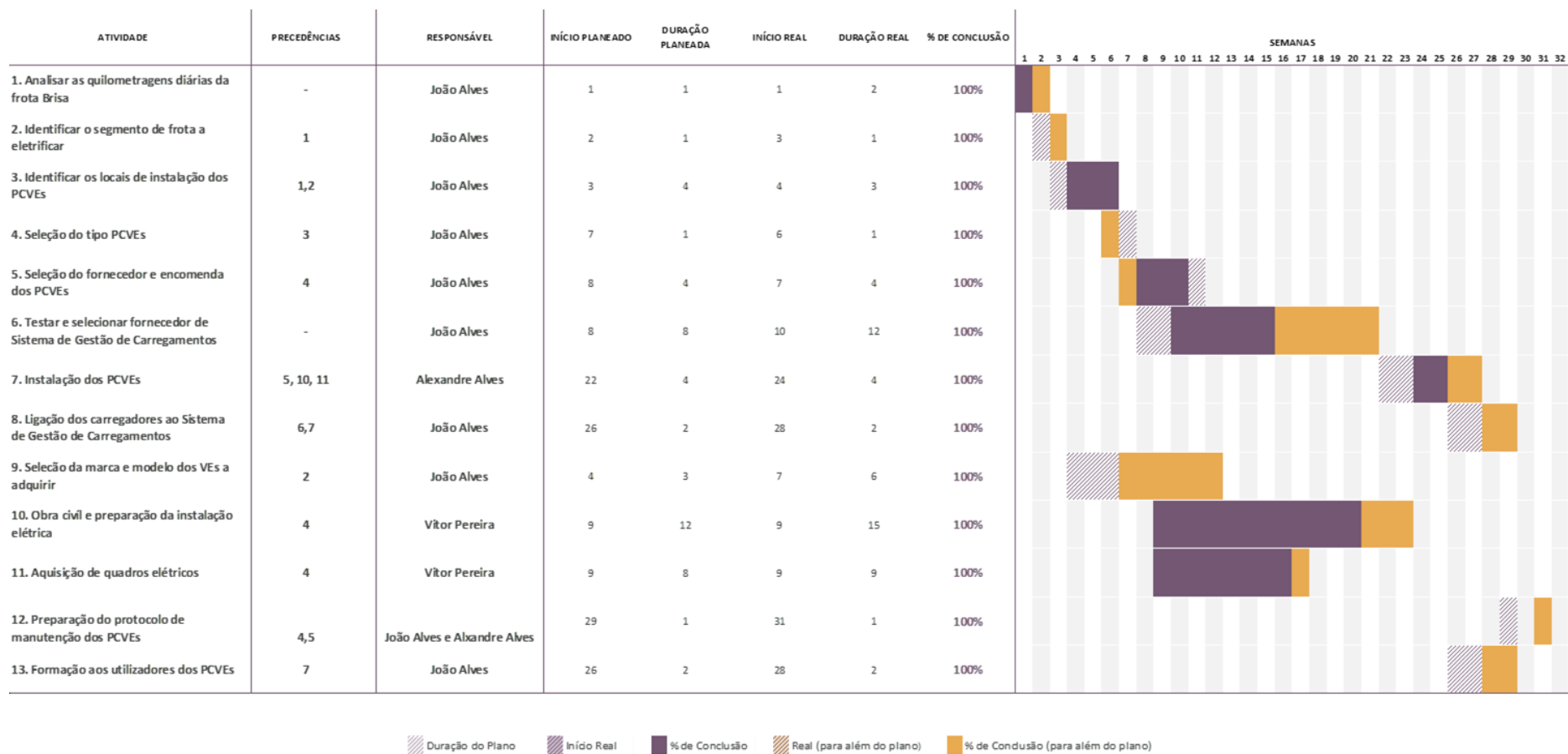


Figura B. 1 - Diagrama de *Gantt* do projeto de eletrificação

Anexo C: Tabela de agregações de portagem

Tabela C. 1 - Agregações de portagem, respetiva extensão e decisão de implementação de um VEB

Agregação	Extensão da volta (km)	VEBs
Oeiras II/ Oeiras I/ Carcavelos II/ Estoril	78	Sim
V.F. Xira/ V.F. Xira I/ V.F. Xira II NS/ V.F. Xira II SN/ PLLN	64	Sim
Condeixa/ Coimbra Sul/ Coimbra Norte/ Mealhada/ Cantanhede	186	Não
Santarém/ Cartaxo/ Aveiras Cima	119	Sim
Santo Tirso/ Cruz/ Braga Sul/ Braga Oeste	155	Não
Paderne/ SB Messines	69	Sim
Pinhal Novo PV/ Pinhal Novo I/ Pinhal Novo II	35	Sim
Zambujal/ Pontinha/ Odivelas	98	Sim
Loures I/ II	51	Sim
Coina PV/ Coina I/ Coina II	22	Sim
Queluz PV/ II/ I	13	Sim
Ermesinde PV/ Ermesinde Nó II/ Valongo	45	Sim
Gandra/ Medas/ Argoncilhe	173	Não
Setúbal/ Palmela	84	Sim
Évora Nascente/ Évora Poente	110	Sim
Almeirim/ Salvaterra	135	Sim
Alverca PV/ Alverca Nó	15	Sim
Valença PV/ E.N. 303	43	Sim
Ponte Lima Norte/ Sul Nascente/ Sul Poente/ Anais	77	Sim
Grândola Norte/Alcácer do Sal/Grândola Sul	172	Não
Torres Novas/ Fátima	111	Sim
Gião/ Canedo/ Olival PV/ Olival Nó	164	Não
Penafiel/ Amarante PV	159	Não
Marateca/ Pegões/ Santo Estevão	201	Não
Elvas/ Borba/ Estremoz	141	Sim
Castro Verde/ Aljustrel/ Almodôvar	196	Não
Feira/ IC24 Sul/ Grijó PV	75	Sim
Santa Eulália/ Figueira da Foz/ Monte Redondo/ M. Ondas	188	Não
Campo/ Parada-Baltar/ Paredes/ Guilhufe	93	Sim
V. Novas/ Motemor Oeste/ Montemor Este	137	Sim
Albergaria/ Estarreja/ Aveiro Sul	139	Sim
Benavente PV/ Benavente Nó/ Arruda/ Carregado	142	Sim
Leiria/ Pombal/ Soure	194	Não

Anexo D: Modelo de Viabilidade Económica

WACC Brisa	8%	Pressupostos	Business Case com espectro temporal de 10 anos para os modelos de aquisição e renting de modo a que no final os ativos adquiridos sejam integralmente depreciados. O fator chave de comparabilidade é o valor presente dos Cash Flows
-----------------------------	-----------	---------------------	--

Modelo Aquisição												
Cash Flows	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	
Custo Aquisição	-28 750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ganhos fiscais de depreciação	604	604	604	604	604	604	604	604	604	604	0	
Custo Sistema Gestão Carregamentos	-138	-138	-138	-138	-138	-138	-138	-138	-138	-138	-138	
Custo Manutenção	-759	-759	-759	-759	-759	-759	-759	-759	-759	-759	-759	
Ganhos Fiscais de Gastos	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	
Valor residual											0	
Total	-28 855	-105	-105	-105	-105	-105	-105	-105	-105	-105	-709	-30 507

Valor presente dos CFs	-29 838
Custo Equivalente Anual	-4 180

Modelo Renting											
Cash flows	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Custo Subscrição	-8 004	-8 004	-8 004	-8 004	-8 004	-8 004	-8 004	-8 004	-8 004	-8 004	-8 004
Ganhos Fiscais de Gastos	1 681	1 681	1 681	1 681	1 681	1 681	1 681	1 681	1 681	1 681	1 681
Total	-6 323	-6 323	-6 323	-6 323	-6 323	-6 323	-6 323	-6 323	-6 323	-6 323	-69 555

Valor presente dos CFs	-48 752
Custo Equivalente Anual	-6 829

Figura D. 1 - Análise dos *Cash Flows* para cada um dos modelos propostos



2022

JOÃO MIGUEL PEREIRA ALVES

ELETRIFICAÇÃO DE UMA FROTA NO SETOR DOS SERVIÇOS
DE MOBILIDADE ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO CICLO PDCA