INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Sustentabilidade da frota numa empresa de transporte de mercadorias - O caso TNB Expresso

Orlando Humberto da Silva Nunes

Mestrado em Gestão de Empresas

Orientador(a):
Prof. Susana Isabel dos Santos Ratinho, Assistente Convidado
Escola de Gestão ISCTE-IUL, Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

Julho de 2022

BUSINESS
SCHOOL

Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

Sustentabilidade da frota numa empresa de transporte de mercadorias - O caso TNB Expresso

Orlando Humberto da Silva Nunes

Mestrado em Gestão de Empresas

Orientador(a):
Prof. Susana Isabel dos Santos Ratinho, Assistente Convidado
Escola de Gestão ISCTE-IUL, Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

Julho de 2022

Agradecimentos

À Professora Susana Ratinho, orientadora deste projeto, por toda a disponibilidade e pelo apoio e motivação que sempre me deu para abraçar e dar continuidade a este projeto.
Ao Engenheiro Daniel Silva, pelos conselhos e experiência que me soube transmitir sobre o tema e com quem continuarei a ter longas conversas sobre a sustentabilidade nos transportes.
Ao Grupo Totalmedia, pela disponibilidade de informação e meios que sempre me disponibilizou e sem os quais não seria possível realizar este projeto.
À minha família, pela paciência em aceitar as minhas ausências em momentos importantes para poder realizar este projeto.

A todos, muito obrigado.

Resumo

A evidência científica de que o aquecimento global é real e preocupante, e que a atividade humana é a sua principal causa, obriga-nos agora a tomar ações mais intensas no sentido de inverter a tendência de subida da temperatura média global, que seriam desnecessárias caso tivessem sido implementadas gradualmente as medidas corretas nas últimas décadas.

Estas ações requerem uma profunda redução das emissões de gases com efeito de estufa nas próximas décadas, de forma a criar uma economia e uma sociedade sustentáveis para as próximas gerações, sendo que grande parte da responsabilidade de implementação dessas ações está no sector empresarial.

O sector dos transportes é um dos principais consumidores de energia, principalmente combustíveis fósseis e, neste contexto, uma das principais indústrias emissoras de gases com efeito de estufa.

A TNB Expresso não é exceção, e sendo uma empresa de entregas ao domicílio, maioritariamente em zonas urbanas, utiliza na sua atividade uma frota de viaturas com motor de combustão diesel, que emite anualmente cerca de 500 toneladas de CO2 para a atmosfera. No seu comprometimento para com a sustentabilidade ambiental, a TNB Expresso decidiu procurar e testar novas soluções de mobilidade que pudessem ajudar a reduzir estas emissões. Foi com base nesta iniciativa que se desenvolveu este projeto. A procura de veículos alternativos com reduzida ou nula emissão de gases com efeito de estufa e o seu impacto económico a nível custos.

Palavras-chave: sustentabilidade, emissão de gases com efeito de estufa, transportes, descarbonização, veículos elétricos.

Códigos Classificação JEL: O18; Q54

Abstract

The scientific evidence that global warming is real and worrying, and that human activity is its main cause, now forces us to take more intense actions to reverse the trend of rising global average temperature, which would be unnecessary if the right steps had been taken over the past few decades. These actions require a profound reduction of greenhouse gas emissions in the coming decades, to create a sustainable economy and society for the next generations and a large part of that responsibility lies with the business sector.

The transport sector is one of the main consumers of energy, mainly fossil fuels and, in this context, one of the main emitting industries of greenhouse gases.

TNB Expresso is no exception and as a home delivery company, mainly in urban areas, currently uses a fleet of vehicles with a diesel combustion engine in its activity, which annually emits around 500 tons of CO2 into the atmosphere. In its commitment to environmental sustainability, TNB Expresso decided to seek and test new mobility solutions that could help reduce these emissions. It was based on this initiative that this project was developed. The search for alternative vehicles with reduced or zero emission of greenhouse gases and its economic impact.

Keywords: sustainability, greenhouse gas emissions, transport, decarbonization, electric vehicles.

JEL classification codes: O18; Q54

Índice

Agradecimento i

Resumo iii

Abstract v

Capítulo 1. Introdução 1

1.1. Contexto do problema 1

1.2. Objetivos do trabalho 2

1.3. Estrutura do trabalho 2

Capítulo 2. Revisão da Literatura 3

2.1. As alterações climáticas 3

2.2. A emissão de GEE em Portugal 5

2.3. Portugal e o Acordo de Paris 7

2.4. O desenvolvimento sustentável 8

2.5. A mobilidade sustentável 9

2.6. A descarbonização do setor dos transportes 10

2.7. A emissão de GEE no setor dos transportes, em Portugal e na UE 11

Capítulo 3. Metodologia 13

3.1. Metodologia a aplicar 13

3.2. Determinação do consumo de combustível 13

3.3. Cálculo da emissão de CO2 emitido pela frota atual 14

3.4. Cálculo da emissão de CO2 emitido pelas viaturas elétricas 14

3.5. Limitações ao estudo 16

Capítulo 4. Apresentação e Resultados 19

4.1. Apresentação da empresa 19

4.2. Recolha de dados 21

4.3. Custos fixos da frota atual 24

4.4. Custos de manutenção da frota atual 25

4.5. Custos totais da frota atual por quilómetro percorrido 26

4.6. Vantagens e desvantagens das diferentes tipologias de veículo 27

Capítulo 5. Implementação 29
5.1. A análise das medidas a implementar 29
5.2. As expectativas 29
5.3. Aplicação prática 30
5.4. Veículos a gás natural comprimido (GNC) 31
5.4.1. Vantagens dos veículos GNC 31
5.4.2. Desvantagens dos veículos GNC 32
5.4.3. O teste com veículos GNC 32
5.5. Veículos elétricos 35
5.5.1. Vantagens dos veículos elétricos 35
5.5.2. Desvantagens dos veículos elétricos 35
5.5.3. O teste com veículos elétricos 36

Capítulo 6. Conclusões 41
6.1. Eco condução 42
6.2. O Hidrogénio como solução 43
6.3. Alguns apontamentos para a redução de emissão de GEE 45

Referências Bibliográficas 47

Índice de Figuras

Figura 2.1. Evolução anual da temperatura média global superficial entre 1880 e 2020 (NASA NOAA, 2019) 3
Figura 2.2. Contribuição dos diversos processos naturais para a radiação do planeta (Stocker et al, 2013) 4
Figura 2.3. Evolução das emissões de GEE em Portugal entre 1990 e 2018 (APA, 2021) 6
Figura 2.4. Evolução percentual sectorial da emissão de GEE em Portugal (APA, 2021) 6
Figura 2.5. Distribuição da emissão de CO_2 por sector (APA, 2021) 7
Figura 2.6. Comparação da evolução da emissão de GEE entre Portugal e UE entre 1990 e 2018 (APA, 2021) 11
Figura 3.1. Origens da produção de energia em Portugal (EDP, 2021) 15
Figura 3.2. Emissão de GEE associada à produção de energia elétrica (EDP, 2021) 15
Figura 4.1. Entrepostos do Grupo Totalmedia na Península Ibérica e sua dimensão (Grupo Totalmedia, 2022) 20

Índice de Quadros

Quadro 4.1.	Quilómetros percorridos pela frota TNB Expresso em 2021	22
Quadro 4.2.	Histograma da quilometragem realizada pela frota da TNB Expresso em 2021	23
Quadro 4.3.	Emissão de CO_2 da frota da TNB Expresso em 2021	23
Quadro 4.4.	Custos fixos das diferentes tipologias de veículos da TNB Expresso	24
Quadro 4.5.	Custos fixos usando a mesma média mensal de quilometragem percorrida	25
Quadro 4.6.	Custos de manutenção da frota atual da TNB Expresso	26
Quadro 4.7.	Custos totais da frota atual da TNB Expresso	26
Quadro 4.8.	Custos totais frota atual da TNB Expresso considerando a mesma quilometragem	27
Quadro 5.1.	Emissões de CO_2 dos veículos GNC	32
Quadro 5.2.	Custos de combustível GNC nas 2 viaturas em teste	33
Quadro 5.3.	Custos fixos do veículo GNC	34
Quadro 5.4.	Custos de manutenção e combustível do veículo GNC	34
Quadro 5.5.	Comparação de custos totais entre o veículo GNC e o veículo diesel	34
Quadro 5.6.	Comparação dos diversos veículos elétricos em teste	36
Quadro 5.7.	Emissões de CO_2 da viatura elétrica A	36
Quadro 5.8.	Emissões de CO_2 da viatura elétrica B	37
Quadro 5.9.	Emissões de CO_2 da viatura elétrica C	37
Quadro 5.10.	Custos de eletricidade consumida pelas diferentes viaturas elétricas testadas	38
Quadro 5.11.	Custos fixos das diferentes viaturas elétricas testadas	39
Quadro 5.12.	Custos totais dos diferentes veículos elétricos testados	39
Quadro 6.1.	Comparativo de emissões de CO_2 entre as diferentes motorizações	41

Glossário de siglas

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CO2 – Dióxido de carbono

GEE – Gases com efeito de estufa

GNC – Gás Natural Comprimido

EDP – Energias de Portugal

gCO2/km – gramas de dióxido de carbono por quilómetro percorrido

IPCC – Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas

IUC – Imposto de Circulação

IVA – Imposto sobre o Valor Acrescentado

Kg – Quilograma

Km – Quilómetro

kWh – quilowatt-hora

Lts - Litros

m2 – metro quadrado

m3 – metro cúbico

NASA – Associação Nacional de Aeronáutica e Espaço

NOAA – Associação Nacional Oceânica e Atmosférica

PRP – Estação de Redução de Pressão

REA – Relatório do Estado do Ambiente

UE – União Europeia

WLTP – Procedimento Mundial Harmonizado de Teste de Veículos

Capítulo 1

Introdução

1.1. Contexto do problema

A comunidade científica vem alertando nas últimas décadas para os problemas ambientais decorrentes da ação do ser humano, e que colocam em perigo tanto a saúde do planeta como a do próprio ser humano. Há consenso científico de que o aumento de 2°C acima dos níveis pré-industriais irá intensificar mudanças nos padrões meteorológicos, como os padrões de precipitação, a frequência e intensidade de eventos meteorológicos extremos como secas, ondas de calor, inundações, cheias e furacões (APA, 2021).

As alterações climáticas são variações no clima que persistem durante décadas e podem dever-se a causas naturais, forças externas ou atividades humanas com efeitos sobre a composição da atmosfera.

O aumento da temperatura média da Terra é um exemplo de alteração climática. A temperatura na Terra é regulada pelo efeito de estufa, ou seja, parte da radiação que a Terra recebe do Sol é refletida de volta para a atmosfera onde é absorvida pelos gases com efeito de estufa, aquecendo a Terra. No entanto, a libertação de gases com efeito de estufa (GEE) pelas atividades humanas está a perturbar o equilíbrio natural e a provocar um aumento descontrolado da temperatura, provocado essencialmente pelo aumento de atividades como a queima de combustíveis fósseis, a desflorestação e a pecuária, que geram gases que agravam o efeito de estufa.

Contribuir para limitar o aquecimento global a 1,5^{o}C em relação ao período pré-industrial, é uma das metas nacionais dentro do compromisso de Portugal para a neutralidade carbónica até 2050. Neste sentido, pretende-se agir em duas linhas de atuação como a redução da emissão de GEE e a adaptação do país de forma a minimizar os efeitos negativos das alterações climáticas.

Os transportes são responsáveis por uma grande parte das emissões de GEE na União Europeia (UE), contribuindo significativamente para as alterações climáticas. Enquanto a maioria dos outros setores económicos, como a produção de energia e a indústria, reduziram as suas emissões desde 1990, as emissões dos transportes aumentaram, representando agora mais de um quarto das emissões totais de GEE da UE, contribuindo o transporte terrestre com 70% dessas emissões (Zhang et al., 2014).

Este ponto faz do setor dos transportes um importante obstáculo à concretização dos objetivos da UE em matéria de proteção do clima.

A redução dos efeitos adversos dos transportes é um importante objetivo político da UE, centrando-se na transição dos transportes para meios menos poluentes e mais eficientes, e na implantação de tecnologias de transporte, combustíveis e infraestruturas mais sustentáveis.

No presente projeto pretende-se estudar a viabilidade da introdução de tecnologias alternativas na frota de veículos ligeiros de mercadorias que a TNB Expresso utilizada para a sua prestação de serviços de transporte.

Na substituição de frota, existe sempre a preocupação com a minimização do custo esperado ao longo de um determinado período de tempo. No caso da TNB Expresso a principal preocupação, para além da minimização de custos, é a redução de emissões de CO2, assumindo o compromisso com o meio ambiente através da adoção de práticas sustentáveis.

1.2. Objetivos do trabalho

O presente projeto consiste essencialmente no cálculo e análise das emissões dos GEE, assim como dos custos anuais de transição da frota num quadro de descarbonização. O objetivo é comparar as emissões de GEE e os custos da frota atual de veículos ligeiros de mercadorias com motor de combustão interna, com alternativas de veículos ligeiros de mercadorias com emissão reduzida ou nula de GEE.

1.3. Estrutura do trabalho

Este trabalho encontra-se organizado da seguinte forma:

No segundo capítulo abordam-se as questões climáticas que nos envolvem atualmente, na sua globalidade, e em particular no setor dos transportes. Temas como as alterações climáticas, a sustentabilidade no sector dos transportes e a sua influência na emissão de GEE, serão abordados neste capítulo.

No terceiro capítulo será exposta a metodologia usada no projeto, tanto no cálculo das emissões de GEE como no cálculo dos custos da transição de frota para as diferentes tecnologias abordadas, assim como as limitações ao projeto.

O quarto capítulo caracteriza-se a empresa e o problema real, com a descrição da empresa na qual se vai efetuar o projeto, assim como a descrição do problema que se propõe estudar.

No quinto capítulo é efetuada a implementação dos cálculos para os diferentes tipos de veículos disponíveis no mercado a considerar como alternativas.

No sexto capítulo são apresentadas as conclusões, sendo também apresentadas algumas propostas de medidas a aplicar tendo como base este projeto.

Capítulo 2

Revisão da Literatura

2.1. As alterações climáticas

Alterações climáticas são variações no clima que persistem durante décadas ou períodos superiores. Podem dever-se a causas naturais, a forças externas ou a atividades humanas com efeitos sobre a composição da atmosfera. Fala-se normalmente do aquecimento global provocado pelas emissões de GEE de atividades humanas. As alterações climáticas provocam mudanças no meio físico e nos seres vivos e comprometem os ecossistemas, o funcionamento de sistemas socioeconómicos, ou a saúde e o bem-estar humanos (APA, 2021).

O clima corresponde a uma média ao longo de um período suficientemente longo (décadas) dos diversos estados de *tempo* e não a um estado fixo, mais propriamente uma distribuição de frequência de estados observados ao longo de determinado período (Silva et al., 2020).

Em resumo, o clima pode ser a média das variáveis meteorológicas de uma determinada região, como a temperatura e a precipitação, ao longo de um período alargado de tempo, que pode chegar aos milhões de anos, sendo as alterações climáticas as diferenças estatísticas dessas variáveis, medidas em diferentes períodos de tempo para a mesma região (APA, 2021).

O aumento da temperatura média da Terra é um exemplo de alteração climática. A temperatura na Terra é regulada pelo efeito de estufa: parte da radiação que a Terra recebe do Sol é refletida de volta para a atmosfera sendo aí absorvida pelos GEE, aquecendo a Terra. Este processo acontece naturalmente e é necessário para manter a vida no planeta. No entanto, a libertação de GEE - como o dióxido de carbono - pelas atividades humanas está a perturbar o equilíbrio natural e a provocar um aumento descontrolado da temperatura (APA, 2021).

A temperatura média do planeta tem vindo a aumentar desde o período pré-industrial (ca. 1850), como se pode verificar na Figura 2.1.

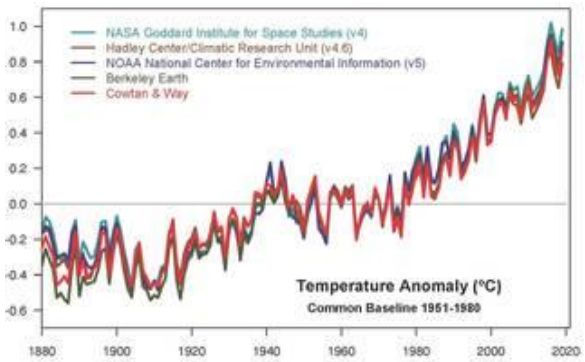


Figura 2.1. Evolução anual da temperatura média global superficial entre 1880 e 2020 (NASA NOAA, 2019)

Na Figura 2.1 podemos ver a evolução da temperatura média global superficial entre 1880 e 2020, medida por diferentes organismos independentes.

De acordo com análises independentes por parte da NASA e da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), o ano de 2019 foi o segundo ano mais quente desde que se iniciaram as medições em 1880, apenas superado pelo ano de 2016. Observando o gráfico, verificamos que a média de temperaturas de 2019 foi 1ºC mais quente que a média de temperaturas do período de 1951 a 1980 (NASA-GISS), e que a última década foi a mais quente desde que são efetuadas as medições por estes organismos.

Se durante grande parte do período ao qual se referem as medições do gráfico as variações da temperatura podem ser explicadas pela crescente atividade solar, o mesmo não se verificou no rápido aumento da temperatura observado nas últimas décadas do século XX (Stocker et al., 2013).

É indiscutível que a emissão de GEE, devido à queima de combustíveis fósseis, é a principal responsável pelo desequilíbrio do balanço radiativo do planeta e o consequente aumento da temperatura média global registado desde o período pré-industrial (Cook et al, 2016).

Entenda-se como balanço radiativo do planeta a diferença entre a radiação solar absorvida e a radiação terrestre emitida. Em equilíbrio, os dois termos são equivalentes e correspondem a uma determinada temperatura global. O aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera acentua o efeito de estufa, ou seja, a quantidade de radiação absorvida pela atmosfera, o que faz com que a temperatura global aumente de forma a atingir novo equilíbrio (Silva et al., 2020).

Na Figura 2.2, verificamos a contribuição de diversos processos naturais para o forçamento radiativo do planeta. Valores positivos implicam uma maior quantidade de radiação absorvida (Stocker et al., 2013).

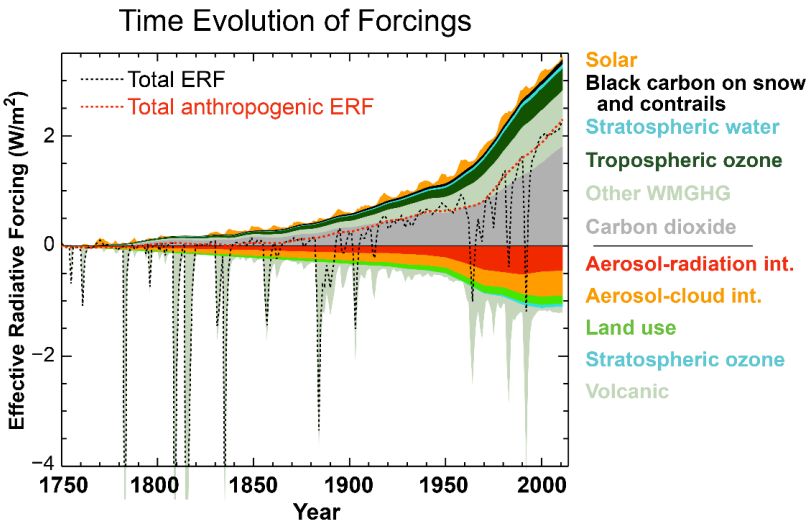


Figura 2.2. Contribuição dos diversos processos naturais para a radiação do planeta (Stocker et al, 2013)

Na figura 2.2 verifica-se que o aumento do dióxido de carbono ao longo dos anos apresenta atualmente a maior contribuição para o aumento da quantidade de radiação absorvida, seguido pelo efeito de outros gases de estufa.

Os aerossóis, que também produzem um efeito negativo uma vez que que dispersam e refletem parte da radiação solar, também aumentaram significativamente ao longo das últimas décadas.

O aumento da temperatura média global da atmosfera é apenas uma das várias alterações que se verifica no clima, e entendendo agora quais as causas que provocam esta alteração climática, é natural que se pretendam definir metas políticas, sociais e económicas para prevenir ou mitigar os impactos do aquecimento global, sendo comum enquadrá-las em diferentes cenários futuros como a redução da emissão de GEE (Silva et al., 2020).

Existem essencialmente dois tipos de resposta às alterações climáticas: a adaptação e a mitigação. A adaptação pretende preparar um processo de ajustamento aos efeitos do clima atual e futuro, para diminuir a vulnerabilidade dos efeitos adversos das alterações climáticas, reduzindo os fatores de risco. A mitigação tem como objetivo desacelerar as alterações climáticas através da redução da emissão de GEE através da identificação da sua origem, nomeadamente os sectores socioeconómicos que geram estes gases, e por outro lado adotar normas que contribuam para a retenção do dióxido de carbono.

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC), no ano de 2010 as emissões de GEE globais provenientes da combustão de combustíveis fósseis como o carvão, petróleo e gás, representaram 62% do total dos GEE emitidos para a atmosfera naquele ano. (IPCC, 2014).

Os sectores que contribuíram para a totalidade dos GEE emitidos foram a energia (35%), agricultura e desflorestação (24%), indústria (21%), transportes (14%) e edifícios (6%), segundo o relatório do IPCC (IPCC, 2014).

2.2. A emissão de GEE em Portugal

A evolução das emissões de GEE, que se pode analisar na figura 2.3, indica-nos um forte crescimento na procura de energia e da mobilidade na década de 90, e a situação de estagnação verificada entre 2011 e 2013, período durante o qual houve uma estagnação na economia portuguesa, ocorrendo posteriormente e desde então uma retoma que originou novo aumento na procura e utilização de energia.

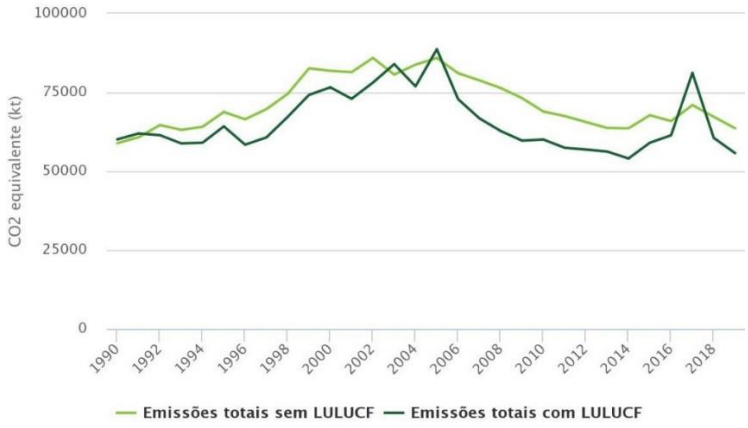


Figura 2.3. Evolução das emissões de GEE em Portugal entre 1990 e 2018 (APA, 2021)

As tendências de estabilização/redução das emissões tiveram início antes da crise fruto das melhorias tecnológicas relativas a sistemas de controlo de poluição e eficiência energética, da introdução de combustíveis menos poluentes, com destaque para o gás natural a partir de final da década de 1990 do século passado, do crescimento significativo da energia produzida a partir de fontes de energia renovável (com especial relevância da energia eólica), da implementação de medidas de gestão de resíduos, visando o aumento da deposição seletiva, e do incremento e aproveitamento energético das quantidades de biogás geradas nos sistemas de gestão de resíduos. (REA, 2021).

Em Portugal, a evolução percentual sectorial da emissão de GEE ocorreu conforme demonstra a figura 2.4.

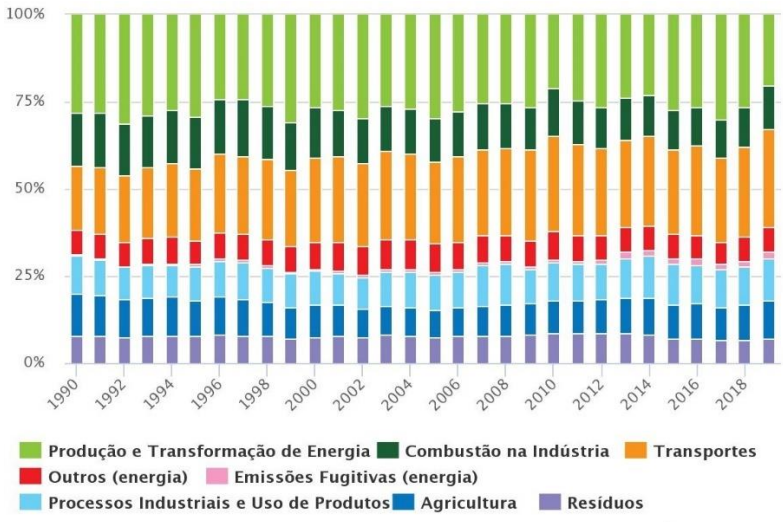


Figura 2.4. Evolução percentual sectorial da emissão de GEE em Portugal (APA, 2021)

O sector da energia e o sector dos transportes, apresentam-se em toda a série temporal como o principal responsável pelas emissões de gases com efeito de estufa, representando quase 50% das emissões nacionais em 2019. A produção de energia e os transportes são as fontes mais importantes representando em 2019 respetivamente cerca de 20,5% e 28,0% do total das emissões nacionais.

O sector dos transportes, em grande parte dominado pelo tráfego rodoviário, apresenta o maior crescimento de emissões no período 1990-2019: 64%. Após o crescimento constante até ao início dos anos 2000, ao qual se seguiu um período de estabilização, registou-se após 2005 e até 2013 um decréscimo das emissões deste sector. Nos anos mais recentes, regista-se, contudo, uma inversão desta tendência, com o aumento de 12% das emissões dos transportes entre 2013 e 2019 (REA, 2021).

Em 2019, a emissão sectorial de dióxido de carbono equivalente distribuiu-se conforme demonstra a figura 2.5:

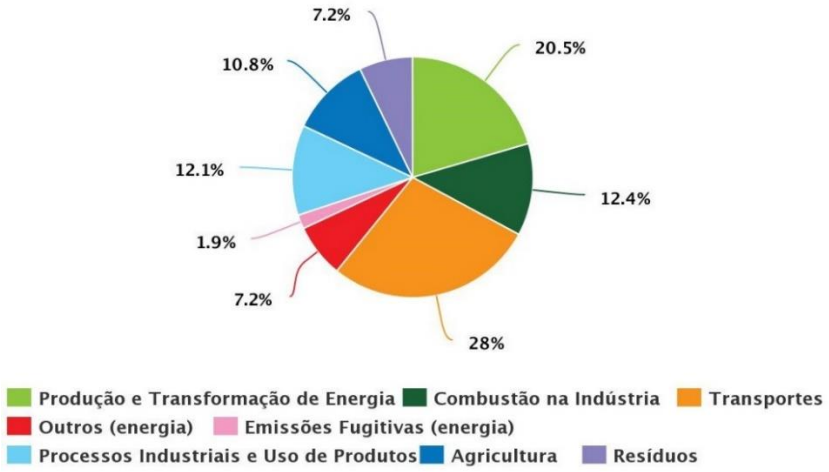


Figura 2.5. Distribuição da emissão de CO_2 por sector (APA, 2021)

2.3. Portugal e o Acordo de Paris

Adotado a 12 de dezembro de 2015, o Acordo de Paris entrou em vigor apenas a 4 de novembro de 2016, 30 dias depois de pelo menos 55 países, que representavam pelo menos 55% das emissões de GEE, depositassem os respetivos instrumentos de ratificação, aceitação, aprovação ou acessão.

O Acordo de Paris pretende unir esforços com vista a alcançar a descarbonização das economias mundiais, tendo como um dos seus objetivos de longo prazo, o limite do aumento da temperatura média global a níveis abaixo dos 2^{o}C acima dos níveis pré-industriais. Este acordo define ainda que se estabeleçam esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5^{o}C, reconhecendo que isso reduzirá significativamente os riscos e impactos das alterações climáticas (APA, 2021).

O Acordo de Paris reconhece que apenas com o contributo de todos é possível vencer este desafio global, desenvolvendo uma nova arquitetura para a resposta aos desafios das alterações climáticas, seja através da redução de emissões – mitigação – seja em termos de aumento de resiliência dos países aos efeitos das alterações climáticas. Por outro lado, o Acordo de Paris prevê ainda a dotação de meios de implementação, como financiamento, capacitação, e transferência de tecnologia de modo a transmitir confiança aos países para prosseguirem em conjunto, e de forma articula, o caminho para atingir os objetivos deste Acordo.

No que concerne ao território nacional, Portugal viu aprovado a 1 de julho de 2019 a Resolução do Conselho de Ministros, aprovando o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050. Este documento estabelece, de forma sustentada, a trajetória para atingir a neutralidade carbónica em 2050, definindo as principais linhas de orientação.

Atingir a neutralidade carbónica em Portugal implica a redução de emissões de gases com efeito de estufa entre 85% e 90% até 2050 e a compensação das restantes emissões através do uso do solo e florestas, a alcançar através de uma trajetória de redução de emissões entre 45% e 55% até 2030, e entre 65% e 75% até 2040, em relação a 2005 (República Portuguesa, 2019).

2.4. O desenvolvimento sustentável

O conceito de Desenvolvimento Sustentável centra-se no compromisso geracional de garantir o presente sem hipotecar o futuro para as gerações vindouras, garantindo maior eficiência e inovação empresarial promovendo a sustentabilidade dos negócios e cumprindo as expectativas de acionistas e trabalhadores (Carvalho et al., 2020).

Sobre este tema, Rodrigue (2017) considera que existe a preocupação de perceber como a economia global acomodará o crescimento demográfico e económico no futuro, e como será gerido o consumo de recursos. O crescimento populacional e o aumento dos padrões de vida permitem o acesso a uma ampla gama de bens e serviços. Desde a década de 1970, muitas declarações têm sido feitas afirmando que o mundo não seria capaz de sustentar esse crescimento sem um possível colapso socioeconómico e ambiental. Embora essas perspetivas se tenham revelado imprecisas, uma vez que tanto a disponibilidade de recursos como a qualidade de vida aumentaram, há preocupações de que o limite possa ser alcançado brevemente, especialmente no que diz respeito às mudanças climáticas. Sob tais condições, o desenvolvimento sustentável tem sido defendido como uma prioridade para o futuro desenvolvimento social e económico.

Segundo Carvalho (2020), a perceção que a próxima onda de inovação está intimamente associada a uma visão ambiental de aprendizagem com os sistemas naturais e de desenvolvimento sustentável,

tem levado a que empresas e governos do mundo ocidental tenham focado os seus sistemas de investigação científica e tecnológica nestes aspetos.

Rodrigue (2017) considera que as expectativas para um Desenvolvimento Sustentável podem ser colocadas em entidades que buscam otimizar a perceção positiva (governos) ou em entidades que buscam otimizar a eficiência e o lucro (empresas e pessoas físicas). Enquanto os governos tendem a ser inflexíveis e incapazes de se adaptar, as empresas demonstraram uma enorme capacidade de mudar as suas estratégias e fornecer produtos que refletem as expectativas dos clientes (incluindo produtos ambientalmente responsáveis).

Compreende-se deste modo que o comportamento do consumidor é preponderante para alcançar a sustentabilidade, pois influencia o fornecimento e a entrega de mercadorias. Assim, entende-se que o setor privado tem mais chances de alcançar a sustentabilidade do que o setor público.

No referente às empresas, McKinnon (2018) considera que a maior parte das decisões que as empresas adotaram têm origem nos níveis mais operacionais da sua estrutura hierárquica, como são exemplo a eco condução, a instalação de acessórios aerodinâmicos nas viaturas e os sistemas digitais de oferta e procura de capacidades de carga, apesar de haver consciência de que estas medidas foram adotadas mais com o objetivo de reduzir custos do que em reduzir a emissão de GEE.

2.5. A mobilidade sustentável

A mobilidade sustentável encontra diversas definições. Black (2005) definia como sendo o meio que satisfaz as necessidades de mobilidade e transporte atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem estas necessidades.

Na mesma linha, Rodrigue (2017) define como sendo a capacidade de atender as necessidades de mobilidade de uma sociedade da forma menos prejudicial ao meio ambiente sem prejudicar as necessidades de mobilidade das gerações futuras.

O desenvolvimento sustentável aplicado aos sistemas de transporte necessita que haja uma interligação entre os fatores ambiental, económico e social (Carvalho, 2020).

Na dimensão ambiental, o objetivo é compreender as influências do meio físico e das práticas da indústria e assumir que as questões ambientais são abordadas por todos os aspetos do sector dos transportes. Na dimensão económica, o objetivo consiste em que o transporte seja económico e capaz de se adaptar às novas exigências. Na dimensão social, o objetivo pretendido é a elevação dos padrões de vida e da qualidade de vida (Banister, 2007).

Segundo Carvalho (2020), um grande número de empresas continua a crer que quanto mais aderirem a propostas sustentáveis, maiores serão os custos sem compensação financeira e menor será

a sua competitividade, não só porque os clientes na generalidade não pagam por esta diferenciação, em particular em épocas de crise, como os seus competidores nos países em desenvolvimento não estão sujeitos ao mesmo tipo de pressões para a sustentabilidade. Esta teoria aplica-se principalmente a pequenas e médias empresas.

Para Rodrigue (2017) a sustentabilidade ambiental representa uma área crescente de responsabilidade para os prestadores de serviços de transporte, incitando-os a adquirir experiência em gestão ambiental. O desafio mais importante é a implementação de transporte ambientalmente sustentável, dentro de estruturas de mercado competitivas, que lidam com as mudanças na solicitação de transportes e, ao mesmo tempo, melhora a oferta de transporte.

2.6. A descarbonização do setor dos transportes

Descarbonizar significa, de grosso modo, tirar o carbono. No presente caso, descarbonizar significa eliminar os combustíveis fósseis como opção de fonte de energia para a locomoção dos meios de transporte, substituindo-as por outras fontes.

Em Portugal, o sector dos transportes representa uma parte importante do consumo de energia final, sendo o transporte rodoviário responsável pela quase totalidade desse consumo e os maiores responsáveis pelo consumo de produtos petrolíferos para fins energéticos, contribuindo de forma decisiva para a dependência energética do País.

Para reduzir esta dependência do exterior é necessário, a nível nacional, a utilização de veículos rodoviários mais eficientes que utilizem combustíveis com melhor desempenho ambiental.

No que respeita ao futuro, Portugal tem um roteiro para atingir a neutralidade carbónica em 2050 (RNC2050), que foi aprovado pelo governo através da Resolução de Conselho de Ministros nº107/2019, publicada em 1 de julho. Compreende por neutralidade carbónica que as emissões de GEE provenientes de atividades humanas são compensadas pelo sequestro biológico do CO_2 feito pelas plantas e florestas.

Como consequência do tipo de energia utilizada, o sector dos transportes é também responsável por uma grande parte da emissão de GEE, exercendo fortes pressões sobre o ambiente e bem-estar humano.

O setor dos transportes é inquestionavelmente difícil de descarbonizar principalmente porque a procura pelos serviços de transporte está constantemente a aumentar, prevendo-se que esta procura crescente se mantenha nas próximas décadas. No entanto, McKinnon (2018) acredita que a economia terá uma tendência futura de desmaterialização, havendo por isso menos necessidade de mover materiais no futuro.

A atividade logística está diretamente relacionada com a quantidade de materiais a movimentar, manusear ou armazenar, havendo a noção de que esta quantidade de materiais movimentados pode ser reduzida sem reduzir os níveis de qualidade de vida atuais, optando por materiais mais eficientes, produtos com maior vida útil, reutilização de componentes ou concebendo equipamentos que utilizem menos componentes e/ou materiais. Segundo McKinnon (2018), na Europa apenas 5% da matéria-prima é recuperada após o primeiro ciclo de utilização, devendo-se essencialmente a uma abordagem de "pegar-utilizar-descartar" ainda muito dominante na sociedade atual (Ellen MacArthur Foundation and McKinsey Center for Business and Environment, 2012). Considera McKinnon (2018), que se os princípios da economia circular forem amplamente aplicados na sociedade durante as próximas décadas, o nível da atividade logística pode ser reduzido significativamente.

2.7. A emissão de GEE nos transportes, em Portugal e na UE

O sector dos transportes é um dos que mais depende dos combustíveis fósseis, no entanto nos últimos anos tem sido desenvolvido um esforço para aumentar a percentagem de consumo de combustíveis provenientes de energias renováveis neste sector, como se pode verificar na figura 2.6. Esta figura demonstra a evolução das emissões de GEE originadas pelo sector dos transportes em Portugal e na UE. Verifica-se que, após uma redução entre 2009 e 2013, devido à crise financeira na UE que ocorreu entre 2010 e 2013, tendo afetado mais os países periféricos da UE, onde se inclui Portugal.

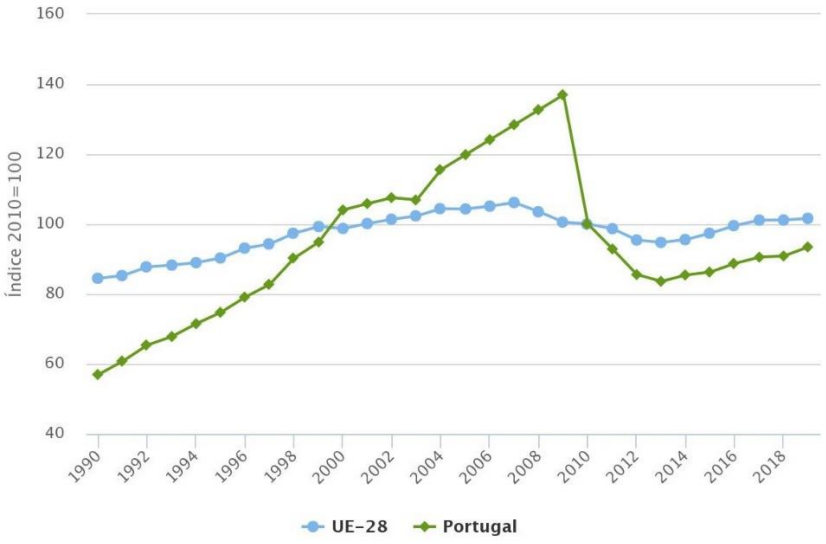


Figura 2.6. Comparação da evolução da emissão de GEE entre Portugal e UE entre 1990 e 2018 (APA, 2021)

Portugal conseguiu executar com algum sucesso esta incorporação até 2010, sendo que, no ano seguinte, a mesma registou uma diminuição acentuada que se deveu essencialmente à obrigatoriedade de certificação de sustentabilidade dos biocombustíveis. Embora esta certificação

apenas entrasse em vigor em 2010, tardou a ser operacionalizada em Portugal, tendo-se apenas refletido nos anos seguintes. A partir de 2013 observa-se um novo aumento, sendo que, em 2019, se atingiu uma incorporação de 9,1% de energia renovável nos transportes, ultrapassando ligeiramente a média observada na UE, de 8,9% (APA 2021).

Para promover a descarbonização da mobilidade terá de ser efetuada uma aposta nas energias alternativas como a utilização de biocombustíveis e a eletrificação dos meios de propulsão através da utilização de veículos elétricos, híbridos ou movidos a pilhas de hidrogénio.

No entanto, estas alternativas apresentam alguns entraves para se colocarem como alternativas aos combustíveis fósseis, devido essencialmente ao seu nível de maturidade atual. Acresce ainda a estas condicionantes, o elevado custo de aquisição de veículos novos com propulsão alternativa, o escasso número de postos de abastecimento e a reduzida autonomia de algumas tecnologias (Silva et al., 2020).

No caso do presente projeto, o facto de estarmos a lidar com uma frota de veículos ligeiros de mercadorias condiciona-nos mais devido à reduzida oferta de mercado neste tipo de veículos. Este tipo de veículo, pelas suas características de operacionalidade, tem condicionado os fabricantes a apresentar soluções eficazes ao nível de autonomia e capacidade de carga, como iremos constatar posteriormente.

Capítulo 3

Metodologia

3.1. Metodologia a aplicar

A metodologia a utilizar para a substituição da frota será uma metodologia de contabilidade de gestão, a qual consiste em efetuar, para além da escolha de veículos menos poluentes, uma análise dos custos e benefícios da transição do modelo de frota, acompanhando alguns parâmetros como os custos de combustível e os custos de aquisição e manutenção das viaturas. Em termos operacionais, serão calculados os custos globais do veículo e a sua emissão de GEE por cada quilometro percorrido.

3.2. Determinação do consumo de combustível

O projeto iniciou-se pela análise da frota atual da TNB Expresso. Em primeiro lugar determinou-se a quilometragem percorrida por cada veículo durante o ano de 2021, compreendido entre janeiro de 2021 e dezembro de 2021, inclusive, utilizando para o efeito a informação que consta na base de dados do sistema de gestão de frota da TNB Expresso. Nesta mesma base de dados constam ainda os consumos de combustível dos veículos durante o mesmo período.

A TNB Expresso tem estabelecido um contrato com uma empresa de distribuição de combustível para o fornecimento na rede por si explorada. Esta empresa de distribuição disponibiliza um cartão de crédito individualizado por veículo o qual permite efetuar abastecimentos sem o pronto pagamento do mesmo.

Sendo uma empresa com um grande volume de consumo de combustível, a TNB Expresso usufrui de alguns benefícios como a possibilidade de pagamento a crédito e um desconto que lhe permite adquirir o combustível por um valor inferior ao praticado no mercado.

Ao efetuar o pagamento do combustível usando o cartão de crédito do fornecedor de combustíveis, o condutor indica no posto de abastecimento os quilómetros do veículo no momento, sendo estes associados em sistema ao abastecimento efetuado. Deste modo é possível verificar posteriormente, no ficheiro que disponibilizado mensalmente pelo fornecedor, todos os abastecimentos efetuados em termos de quantidade de combustível abastecido, valor pago e quilometragem do veículo em cada abastecimento.

A informação deste ficheiro é introduzida no sistema de gestão de frota da TNB Expresso, através de importação, e onde, após verificação de possíveis erros como a incorreta introdução de quilómetros por parte do funcionário do posto de abastecimento (lapso mais comum) ou a utilização do cartão em veículo incorreto, é calculada a média de consumo de combustível de cada veículo.

Deste modo, para este projeto foram extraídos do sistema de gestão de frota da TNB Expresso a informação referente à totalidade da quilometragem percorrida durante o período em estudo, assim como o consumo de combustível, calculando-se posteriormente a média de consumo dos 12 meses.

3.3. Cálculo da emissão de CO_2 emitido pela frota atual

Após determinado o consumo de combustível, procedeu-se ao cálculo da emissão de CO_2 produzida por esse consumo nos últimos 12 meses, assim como a emissão de CO_2 por quilometro percorrido. Para este cálculo, considerou-se que a combustão de 1 litro de combustível diesel produz a emissão de 2,68kg de CO_2 (Silva et al. 2020).

Neste cálculo não foi usado o valor de CO_2 anunciado pelo fabricante (gCO_2/km) uma vez que o mesmo é definido segundo o Procedimento de Teste Global Harmonizado para Veículos Ligeiros (WLTP), o que não reflete o uso real do veículo no quotidiano de trabalho.

O procedimento WLTP define um padrão global para determinar os níveis de CO_2, emissões poluentes, consumo de combustível ou energia, e autonomia elétrica para veículos ligeiros (ligeiros de passageiros e comerciais ligeiros). Os veículos são integrados em três classes distintas, dependendo da sua relação peso-potência.

O procedimento consiste na medição da emissão dos GEE durante a condução da viatura num período de 30 minutos, percorrendo uma distância de 23 quilómetros. O teste apresenta quatro fases (Baixa, Media, Alta e Elevada velocidade), contemplando diversos cenários de condução. A velocidade máxima a atingir durante o teste será de 131 km/h e a velocidade média do teste de 46,5 km/h (JRC Publications Repository).

Naturalmente que este teste não reflete na integra as condições de trabalho quotidianas, existindo variáveis que se alteram de dia para dia e de rota para rota. Por este facto, foi considerado para o projeto o consumo real do veículo e o fator de conversão do combustível diesel para determinação da emissão de CO_2.

3.4. Cálculo da emissão de CO_2 emitido pelas viaturas elétricas

No caso dos veículos com motor de combustão, é fácil definir e calcular a emissão de GEE atendendo que a combustão é efetuada quando se produz a tração, assim como as emissões de CO_2. Conforme referido no parágrafo anterior, estes valores são facultados pelos fabricantes, dependendo de modelo para modelo, ou podem ser calculados usando o fator de conversão de produção de gases por litro de combustível consumido.

Em relação aos veículos elétricos, não é emitido CO_2 quando se produz o movimento de tração pois este movimento é desencadeado pelo motor elétrico, que não efetua combustão nem produz

emissão de GEE. No entanto, a produção da energia elétrica com a qual são carregadas as baterias do veículo pode não ser um processo totalmente limpo para o ambiente, podendo ser emitido CO_2 durante esse mesmo processo.

Na figura 3.1 podemos verificar qual a percentagem de energia elétrica produzida com recurso a fontes renováveis e a fontes não renováveis.

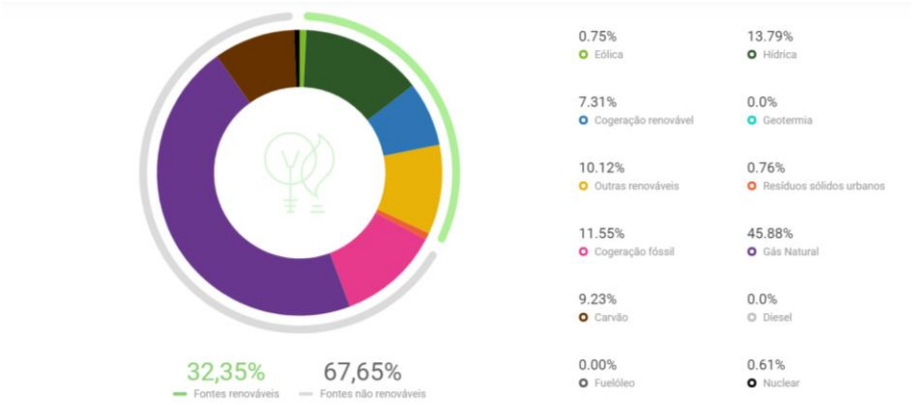


Figura 3.1. Origens da produção de energia em Portugal (EDP, 2021)

Analisando o processo de produção de energia elétrica em Portugal verifica-se que em 2021, e segundo a EDP – Energias de Portugal, cerca de 67% da eletricidade produzida para clientes empresarias teve origem em fontes não renováveis.

Conforme se pode verificar na figura 3.2, esta percentagem representa a emissão de 205,16 g de CO_2 por cada kWh produzido. Este foi o valor utilizado para o cálculo da emissão de CO_2 por cada carregamento de baterias das viaturas elétricas (EDP, 2021).



Figura 3.2. Emissão de GEE associada à produção de energia elétrica (EDP, 2021)

3.5. Limitações ao estudo.

Neste projeto surgiram algumas limitações, problemas ou indefinições para as quais foi necessário definir parâmetros de modo a contornar os mesmos e que se descrevem a seguir:

a) No apuramento do consumo de combustível por veículo, optou-se por retirar do estudo todas aqueles que apresentavam erros significativos no registo de quilómetros do abastecimento e os quais não foi possível corrigir com informação correta;
b) No cálculo de emissão de GEE não foi considerada a emissão que ocorre no fabrico dos diferentes veículos e seus componentes, assim como na reciclagem em fim de vida dos mesmos;
c) No cálculo do custo mensal do veículo, estabeleceu-se que o mesmo seria amortizado em 5 anos, tendo-se para o efeito considerado o seu valor de aquisição sem IVA;
d) Em relação ao cálculo do custo de combustível diesel por quilometro percorrido, considerou-se o valor de 1,575€ por litro, valor determinado após a subtração do desconto de frota atribuído pelo fornecedor de combustível à TNB Expresso. Neste caso, não se utilizou o valor de mercado. Este valor foi considerado sem IVA, uma vez que estamos perante uma frota de viaturas ligeiras de mercadorias, beneficiando-se da sua dedução;
e) No valor do kWh considerado para o cálculo do custo da energia de carregamento das viaturas elétricas, assumiu-se a tarifa em "vazio normal", uma vez que os carregamentos serão efetuados durante a noite nas instalações da TNB Expresso. Deste modo, o valor considerado para o kWh foi de 0,0899€. No seguimento do considerado para o combustível, assumiu-se o valor sem IVA;
f) Os valores dos combustíveis utilizados nos veículos testados são valores de 2021, bastante diferentes dos valores praticados na data de conclusão do presente estudo, fruto da instabilidade internacional;
g) Ainda para o cálculo do custo do kWh por quilometro percorrido pelos veículos elétricos, considerou-se que os veículos apenas efetuam 1 carregamento por dia, uma vez que não é viável efetuarem carregamento das baterias durante o dia, seja por motivos de tempo, seja por motivos de disponibilidade de carregadores rápidos. Assim, considerou-se deste modo que cada veículo pode percorrer diariamente, como limite máximo, os quilómetros que a autonomia de um carregamento permite, fator que difere entre marcas e modelos;
h) No respeitante ao período de utilização dos veículos, os cálculos terão por base apenas os dias úteis do mês, pelo que serão excluídos fins de semana e feriados;
i) Em relação à disponibilidade dos veículos, foi considerada uma taxa de disponibilidade de 85,7%, a qual reflete os dias de imobilização por motivos de manutenção preventiva e

corretiva. Assim, considerando os dias úteis de trabalho e a taxa de disponibilidade dos veículos, foram considerados para os cálculos 209 dias efetivos em que o veículo está disponível para rota. De modo a melhor determinar a autonomia mínima necessária para os veículos a adquirir, será considerada a media diária de quilómetros percorridos durante o ano de 2021 pela frota atual;

j) Em relação aos custos de manutenção dos veículos de combustão, considerou-se o histórico disponibilizado pelo software de gestão de frotas da TNB Expresso para a frota atual. No entanto, para os veículos elétricos e por não existir histórico, considerou-se valores de manutenção estimados fornecidos pelos representantes de cada marca.

Capítulo 4

Apresentação e Resultados

4.1. Apresentação da empresa

A TNB Expresso é uma empresa de transportes pertencente ao Grupo Totalmedia, grupo ibérico líder em entregas ao domicílio. O Grupo Totalmedia atua em diferentes áreas como:

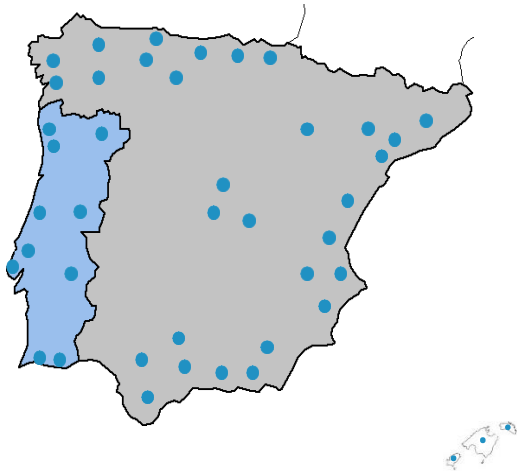
a) distribuição de folhetos porta-a-porta a nível nacional, tendo sido nesta área de negócio que iniciou a sua atividade na década de 1990, efetuando atualmente uma distribuição anual de cerca de 100 milhões de folhetos;
b) entrega e montagem de eletrodomésticos e equipamentos de fitness a nível ibérico, tendo como principais clientes os maiores retalhistas nacionais e fabricantes internacionais; no último ano o Grupo Totalmedia entregou cerca de 1 milhão destes artigos na Península Ibérica;
c) entrega e montagem de mobiliário, cozinhas completas e artigos de descanso na Península Ibérica, tendo como principais clientes os maiores fabricantes do sector a nível mundial. A nível ibérico o Grupo Totalmedia efetuou cerca de 800.000 serviços de entrega e montagem de mobiliário;
d) entrega no próprio dia de compras efetuadas nos principais hipermercados nacionais, tendo no último ano efetuado mais de 1 milhão de entregas a nível nacional.
e) entrega de peças auto, recolhendo nos importadores e entregando no consumidor final (oficinas auto). Em 2021, o Grupo Totalmedia entregou cerca de 1,6 milhões de peças auto apenas em Portugal.

O Grupo Totalmedia nasceu na década de 1990 iniciando a sua atividade na distribuição de folhetos porta-a-porta. Nos anos seguintes, ainda na mesma década, iniciou a atividade de entregas ao domicílio de compras efetuadas pelos consumidores nos hipermercados e posteriormente no canal online. Apenas 2 anos após ter iniciado esta nova atividade, o Grupo Totalmedia criou o serviço de entrega e montagem de eletrodomésticos, recolhendo nos armazéns centrais dos seus clientes e entregando em casa do consumidor final.

Em 2010 o Grupo Totalmedia foi adquirido por um fundo de investimento, tendo sido a partir desta data que conheceu a sua maior expansão, não só através da internacionalização como também através da aquisição de empresas no setor da entrega e montagem de mobiliário. A expansão e as aquisições permitiram que nos últimos 10 anos o Grupo Totalmedia quadruplicasse o seu volume de negócios.

Na figura 4.1 encontram-se assinalados os locais na Península Ibérica onde se encontram os entrepostos logísticos do Grupo Totalmedia, assim como alguns dados da sua operação. Os entrepostos assinalados não são todos próprios, sendo alguns subcontratados. A subcontratação

ocorre nas zonas onde o Grupo Totalmedia tem um volume de negócio de menor dimensão, não sendo viável ter estrutura própria.



Portugal	Total	m2
Zona Norte	4	6 600
Zona Centro	7	19 230
Zona Sul	4	1 470
Zona Ilhas	3	1 600
Total	18	28 900

Espanha	Total	m2
Zona Norte	10	5 010
Zona Centro	3	3 550
Zona Sul	6	2 380
Zona Este	14	32 415
Zona Ilhas	2	2 500
Total	35	45 855

Figura 4.1. Entrepostos do Grupo Totalmedia na Península Ibérica e sua dimensão (Grupo Totalmedia, 2022)

A TNB Expresso nasce em 2008 ganhando um contrato de distribuição e montagem de mobiliário na Grande Lisboa para um dos maiores fabricantes mundiais do setor. Posteriormente foi adquirida em 2012 pelo Grupo Totalmedia e desde então a TNB Expresso expandiu-se para outras zonas do país, diversificando a sua carteira de clientes e aumentando o seu volume de negócios. Em 2021, a TNB Expresso efetuou mais de 320.000 entregas, percorreu mais de 1,5 milhões de quilómetros tendo consumido na globalidade da sua frota cerca de 200.000 litros de combustível diesel, originando a emissão de cerca de 500 toneladas de CO_2 para a atmosfera, entre outros gases nocivos ao meio ambiente.

A frota da TNB Expresso é constituída por veículos ligeiros de mercadorias, nas tipologias de furgão e chassis-cabine. Apesar de a TNB Expresso transportar artigos de grande volume, a classe de veículo que mais se adequa ao seu serviço é a classe de veículos ligeiros de mercadorias. A opção por este tipo de veículo deve-se à zona geográfica de ação da TNB Expresso, maioritariamente os grandes centros urbanos, pelo que esta tipologia de veículo facilita a sua movimentação neste tipo de área geográfica.

Por outro lado, devido ao número de entregas diárias que cada rota comtempla e o tempo que cada entrega demora a efetuar, uma vez que há artigos que não requerem montagem, o veículo ligeiro de mercadorias permite mais versatilidade comparativamente ao veículo pesado de mercadorias.

Os veículos pesados, apesar de terem mais capacidade volumétrica e de carga comparativamente ao veículo ligeiro, tem ainda o inconveniente de ser um veículo equipada com tacógrafo.

O tacógrafo é um dispositivo instalado obrigatoriamente em veículos pesados, e tem como objetivo indicar, registar e memorizar, de forma automática, os dados relativos à condução das viaturas assim como os tempos de trabalho e repouso dos motoristas.

O Regulamento (CE) n.º 561/2006, tal como alterado pelo Regulamento (UE) 2020/1054, estabelece regras em matéria de tempos de condução, pausas e períodos de repouso para condutores de camiões e autocarros, visando melhorar as condições de trabalho e a segurança rodoviária, tais como:

- um tempo diário de condução máximo de 9 horas. Não mais de duas vezes por semana, este limite pode ser alargado até 10 horas;
- um tempo semanal de condução máximo de 56 horas;
- um tempo de condução total acumulado por cada período de duas semanas consecutivas máximo de 90 horas;
- após um período de condução de 4,5 horas, o condutor gozará uma pausa ininterrupta de, pelo menos, 45 minutos, a não ser que goze um período de repouso;
- um período diário de repouso de, pelo menos, 11 horas, que pode ser reduzido para 9 horas, mas não mais de três vezes entre dois períodos de repouso semanais;
- um período de repouso semanal regular de, pelo menos, 45 horas e um período de repouso semanal reduzido de, pelo menos, 24 horas.

Perante as limitações que estas regras impõem à circulação dos veículos pesados, a bem da segurança rodoviária, as mesmas não são compatíveis com a atividade laboral da TNB Expresso, que prevê entregas rápidas no menor curto espaço de tempo. Deste modo, a definição da tipologia assentou em veículos ligeiros de mercadorias, mesmo assumindo que esta escolha se pode traduzir num aumento de rotas em virtude de cada veículo transportar menos mercadoria do que um veículo pesado de mercadorias.

Assim, a frota própria de distribuição da TNB Expresso é atualmente composta por 25 veículos ligeiros de mercadorias, sendo 14 furgões e 11 chassis-cabine.

Neste capítulo vamos estudar os dados reais da frota da TNB Expresso, nas tipologias de chassis-cabine e furgão.

Uma vez que as rotas e tipo de utilização é semelhante entre o chassis-cabine e o furgão, ao longo deste capítulo serão comparadas ambas as tipologias, ao nível de custos e emissões de GEE, de forma a definir qual será mais indicada para a atividade da TNB Expresso.

4.2. Recolha de dados

Para este conjunto de veículos, foi efetuado o levantamento dos quilómetros percorridos em 2021, assim como o consumo de combustível e respetiva emissão de CO_2 durante o mesmo período, conforme se apresenta nos quadros seguintes.

Acresce recordar, antes da análise do quadro 4.1, que os veículos que apresentavam erros significativos no registo de quilómetros no abastecimento e os quais não foi possível corrigir com a informação correta, foram retirados da listagem, constando apenas os 16 veículos que apresentavam a informação de forma correta.

Quadro 4.1. Quilómetros percorridos pela frota TNB Expresso em 2021

Viatura	Tipo chassis	Norma EURO	Kms a 01.01.2021	Kms a 01.01.2022	Kms percorridos em 2021	Média diária de Kms
Veículo 1	Furgão	Euro 6	234 123	278 717	44 594	213
Veículo 2	Furgão	Euro 6	254 498	279 028	24 530	117
Veículo 3	Furgão	Euro 6	249 725	271 414	21 689	104
Veículo 4	Furgão	Euro 6	265 486	294 406	28 920	138
Veículo 5	Furgão	Euro 6	198 867	235 776	36 909	177
Veículo 6	Furgão	Euro 6	214 422	240 942	26 520	127
Veículo 7	Chassis-cabine	Euro 6	377 832	430 252	52 420	251
Veículo 8	Chassis-cabine	Euro 6	240 605	259 283	18 678	89
Veículo 9	Chassis-cabine	Euro 6	243 194	298 737	55 543	266
Veículo 10	Chassis-cabine	Euro 6	303 840	357 507	53 667	257
Veículo 11	Chassis-cabine	Euro 6	248 839	276 224	27 385	131
Veículo 12	Chassis-cabine	Euro 6	283 526	336 479	52 953	253
Veículo 13	Chassis-cabine	Euro 6	88 984	128 720	39 736	190
Veículo 14	Chassis-cabine	Euro 6	206 777	261 918	55 141	264
Veículo 15	Chassis-cabine	Euro 6	147 103	221 852	74 749	357
Veículo 16	Chassis-cabine	Euro 6	115 997	206 687	90 690	434
Total					**704 124**	

No quadro 4.1 podemos verificar a composição da frota atua da TNB Expresso, no respeitante à tipologia do chassis, assim como os quilómetros percorridos por cada veículo durante o ano de 2021.

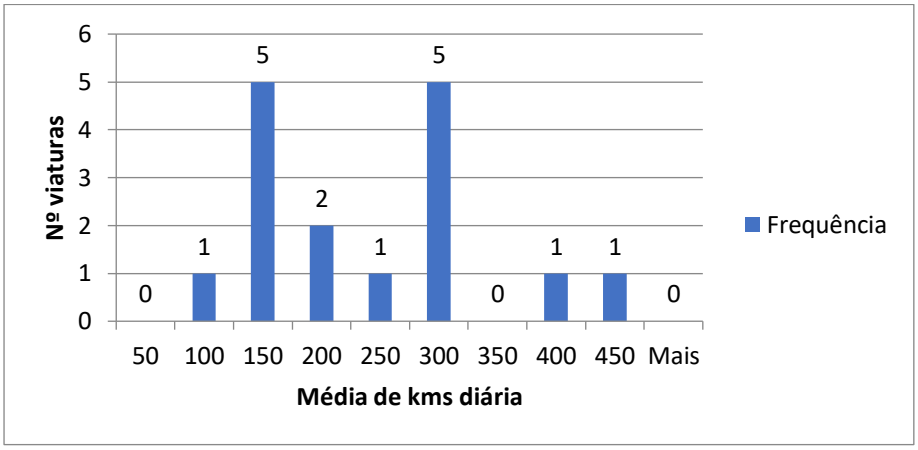
De salientar que a motorização dos veículos com motor de combustão da frota atual da TNB Expresso cumpre a norma Euro 6, uma das mais exigentes relativamente à emissão de GEE.

A norma europeia Euro 6 é uma norma ambiental que entrou em vigor em setembro de 2015 e tem como objetivo limitar as emissões de determinados gases poluentes produzidos pelos veículos rodoviários. Esta norma obriga os fabricantes a criar veículos mais limpos, e a cumprir os níveis de emissões de partículas cada vez mais reduzidos, como de óxido de azoto (CE, 2019).

Ainda analisando os dados do quadro 4.1 e fazendo um histograma sobre a quilometragem média percorrida por cada veículo, verificamos que a grande maioria, mais concretamente 14 veículos, percorre uma média diária de até 300kms. Apenas 2 veículos, do lote total, que efetuam rotas mais distantes e periféricas aos centros urbanos, apresentam uma média superior a 300kms.

Este dado é sem dúvida um indicador importante para a definição da alternativa de veículo a definir.

Quadro 4.2. Histograma da quilometragem realizada pela frota da TNB Expresso em 2021



Em relação à emissão de GEE, o cálculo foi efetuado com base no combustível real consumido pela viatura, conforme definido no ponto 3.1 do capítulo 3.

No quadro 4.3 apresentam-se os dados obtidos relativamente ao cálculo da emissão de GEE de cada veículo ao longo do ano de 2021.

Quadro 4.3. Emissão de CO_2 da frota da TNB Expresso em 2021

Viatura	Tipo chassis	Norma EURO	Combustível consumido (lts)	Média lts/100kms	Emissão total de CO_2 (kg)	Emissão CO_2/km (kg)
Veículo 1	Furgão	Euro 6	5 461,35	12,25	14 636,42	0,33
Veículo 2	Furgão	Euro 6	2 606,09	10,62	6 984,32	0,28
Veículo 3	Furgão	Euro 6	2 838,51	13,09	7 607,21	0,35
Veículo 4	Furgão	Euro 6	3 586,39	12,40	9 611,53	0,33
Veículo 5	Furgão	Euro 6	4 767,01	12,92	12 775,59	0,35
Veículo 6	Furgão	Euro 6	3 108,12	11,72	8 329,76	0,31
Veículo 7	Chassis-cabine	Euro 6	8 374,70	15,98	22 444,20	0,43
Veículo 8	Chassis-cabine	Euro 6	2 461,59	13,18	6 597,06	0,35
Veículo 9	Chassis-cabine	Euro 6	8 434,01	15,18	22 603,15	0,41
Veículo 10	Chassis-cabine	Euro 6	8 106,62	15,11	21 725,74	0,40
Veículo 11	Chassis-cabine	Euro 6	3 822,26	13,96	10 243,66	0,37
Veículo 12	Chassis-cabine	Euro 6	7 604,79	14,36	20 380,84	0,38
Veículo 13	Chassis-cabine	Euro 6	5 302,28	13,34	14 210,11	0,36
Veículo 14	Chassis-cabine	Euro 6	8 165,94	14,81	21 884,72	0,40
Veículo 15	Chassis-cabine	Euro 6	12 267,34	16,41	32 876,47	0,44
Veículo 16	Chassis-cabine	Euro 6	14 035,19	15,48	37 614,31	0,41
Total			**100 942,19**		**270 525,09**	

Na análise geral verificamos que a frota em estudo teve, em 2021, uma emissão total de cerca de 270 toneladas de CO_2 para a atmosfera, originado pela combustão de cerca de 100.000 litros de combustível diesel.

Na análise da tabela, verificamos que a tipologia de chassis-cabine tem uma média de consumo de combustível de 14,78 litros por cada 100 quilómetros percorridos, bastante superior à tipologia furgão que apresenta uma média de 12,17 litros por cada 100 quilómetros percorridos.

O consumo mais elevado da tipologia chassis-cabine implica naturalmente uma emissão superior de CO_2 relativamente à tipologia furgão, apesar de ambas as tipologias estarem equipados com o mesmo modelo de motor de combustão. A tipologia chassis-cabine tem uma média de 0,40 $kgCO_2$ emitidos por cada quilómetro percorrido, enquanto a tipologia furgão grande apresenta uma média de 0,33 $kgCO_2$ por quilómetro percorrido.

Este consumo mais elevado deve-se essencialmente ao peso da viatura em vazio, penalizando o chassis-cabine por ser mais pesado, mas também devido à sua aerodinâmica, uma vez que o chassis-cabine está equipado com uma caixa de carga no formato de contentor que cria maior resistência aerodinâmica ao deslocamento do veículo.

4.3. Custos fixos da frota atual

No quadro 4.4 consta os custos fixos das diferentes tipologias de veículos que compõe a frota atual da TNB Expresso:

Quadro 4.4. Custos fixos das diferentes tipologias de veículos da TNB Expresso

		CUSTOS FIXOS MENSAIS				
	Média mensal (km)	**Amortização (€)**	**Seguro (€)**	**IUC (€)**	**Total (€)**	**custo por km (€)**
Chassis cabine	5 236	458,17	143,91	4,49	606,56	0,1158
Furgão	3 300	426,08	139,45	4,49	570,02	0,1727

O quadro 4.4 apresenta os custos fixos dos veículos, ou seja, os custos que a TNB Expresso suporta independentemente da utilização dos veículos, quer estejam imobilizadas ou em rota.

Para o cálculo destes valores, foram considerados os pressupostos descritos no ponto 3.4 do capítulo 3.

O valor do seguro, um pouco elevado para a tipologia de viatura, reflete a elevada sinistralidade da TNB Expresso nos últimos anos, provocada essencialmente pela grande rotatividade de motoristas.

O valor apresentado referente ao seguro abrange as coberturas exigidas pelas entidades financiadoras, nomeadamente a Responsabilidade Civil e os Danos Próprios.

A cobertura de Danos Próprios foi considerada para a totalidade do período de amortização do veículo, ou seja, uma vez que esta cobertura só é exigida pela entidade financeira durante o período de financiamento, considerou-se para este projeto que independentemente do período de financiamento, a cobertura de Danos Próprios acompanharia a totalidade do período de amortização.

Considerando a média de quilómetros percorridos por cada tipologia de veículo e obtendo a soma dos custos fixos, determinou-se o valor dos custos fixos por quilometro percorrido, que se apresenta na última coluna da tabela.

O custo por quilómetro percorrido é superior no furgão devido ao facto de esta tipologia ter uma média mensal de quilómetros percorridos menor. Uma vez que os custos são fixos, havendo menos quilómetros percorridos para diluir este custo, naturalmente o custo por quilómetro acaba por ser superior.

Para efeitos comparativos, será apresentado este comparativo usando o recalculo deste custo, utilizando para o efeito a mesma média mensal de quilómetros do chassis-cabine da tipologia furgão, para que deste modo se consiga verificar como seria o valor dos custos fixos por quilometro percorrido.

A comparação entre estas duas tipologias é legítima, uma vez que ambas efetuam o mesmo tipo de rotas e têm as mesmas capacidades técnicas, tanto na volumetria do compartimento de carga como na capacidade do peso da carga. Em termos de motorização, ambas as tipologias utilizam o mesmo modelo de motor diesel do mesmo fabricante.

Após o recálculo, e conforme exposto no quadro 4.5, constata-se que o custo por quilometro percorrido pelo furgão é inferior para a mesma média mensal de quilómetros percorridos.

Quadro 4.5. Custos fixos usando a mesma média mensal de quilometragem percorrida

		CUSTOS FIXOS MENSAIS				
	Média mensal (km)	**Amortização (€)**	**Seguro (€)**	**IUC (€)**	**Total (€)**	**custo por km (€)**
Chassis cabine	5 236	458,17	143,91	4,49	606,56	0,1158
Furgão	5 236	426,08	139,45	4,49	570,02	0,1089

4.4. Custos de manutenção da frota atual

No quadro 4.6 expõe-se o custo mensal de manutenção das 2 tipologias em comparação. O custo mensal foi determinado com base no histórico de 2021, usando o valor médio mensal de cada tipologia de viatura.

Quadro 4.6. Custos de manutenção da frota atual da TNB Expresso

		MANUTENÇÃO	
	Média mensal (km)	**custos mensais (€)**	**custo por km (€)**
Chassis cabine	5 236	189,14	0,0361
Furgão	3 300	141,72	0,0429

No caso dos custos de manutenção, não é necessário efetuar o comparativo para quilometragens iguais uma vez que este tipo de custo é um custo variável, estando relacionado diretamente com os quilómetros percorridos.

Na análise do quadro 4.6, verifica-se que o furgão é o veículo com maior custo de manutenção, comparativamente com o chassis. A razão deste valor mais elevado deve-se ao facto de a tipologia furgão ter custos de manutenção mais elevados ao nível da carroçaria, essencialmente devido ao sistema de portas e ao facto de a mesma ser integralmente em chapa. No caso do chassis-cabine, o contentor de carga em fibra implica menor custo de manutenção.

4.5. Custos totais da frota atual por quilómetro percorrido

No quadro 4.7 espelham-se os custos totais por quilómetro percorrido, somando os custos fixos, custos de manutenção e os custos com combustível.

Na análise dos dados, verificamos que a tipologia chassis-cabine obtém um melhor custo por quilómetro percorrido relativamente ao furgão, no entanto há que ressalvar que as duas tipologias têm médias diferentes no que diz respeito aos quilómetros percorridos.

Quadro 4.7. Custos totais da frota atual da TNB Expresso

		FIXOS	MANUTENÇÃO	COMBUSTIVEL	
	Média mensal (km)	**custo por km (€)**	**custo por km (€)**	**custo por km (€)**	**Custos totais por km percorrido**
Chassis cabine	5 236	0,1158	0,0361	0,2328	**0,3847**
Furgão	3 300	0,1727	0,0429	0,1916	**0,4073**

No entanto, se colocarmos as duas tipologias em circunstâncias de igualdade, ou seja, considerando a mesma média de quilómetros percorridos para ambas, verificamos que o custo total por quilometro percorrido é inferior para o furgão, conforme se pode verificar no quadro 4.8:

Quadro 4.8. Custos totais da frota atual da TNB Expresso considerando a mesma quilometragem

		FIXOS	MANUTENÇÃO	COMBUSTIVEL	
	Média mensal (km)	**custo por km (€)**	**custo por km (€)**	**custo por km (€)**	**Custos totais por km percorrido**
Chassis cabine	5 236	0,1158	0,0361	0,2328	**0,3847**
Furgão	5 236	0,1089	0,0429	0,1916	**0,3434**

Apesar de o chassis-cabine ter um custo de aquisição mais elevado, implicando um maior valor de amortização relativamente à tipologia furgão, os custos de manutenção são inferiores, compensando desta forma a diferença. No entanto, devido ao seu maior consumo de combustível por quilómetro percorrido, os seus custos totais são superiores quando comparado com os custos totais da tipologia furgão, que apresenta o menor custo por quilometro percorrido entre ambos.

4.6. Vantagens e desvantagens das diferentes tipologias de veículo

Conforme constatado no ponto anterior, em termos de custos por quilómetro percorrido, a tipologia furgão grande tem maior vantagem.

Na componente técnica, e considerando a mesma capacidade de carga volumétrica e peso para ambas as tipologias, o chassis-cabine tem a vantagem de estar equipado com uma caixa de carga de formato cúbico sem irregularidades interiores, enquanto o mesmo não acontece no furgão, que tem uma caixa de carga de formato irregular no seu interior. Este detalhe pode ser mais relevante para o transporte de artigos de maior volume, como sofás, colchões, estrados ou eletrodomésticos, reduzindo a quantidade de artigos, no caso do furgão grande, possíveis de transportar numa rota. No entanto, devido ao baixo número destes artigos transportados em 2021, este fator não é relevante para a escolha da tipologia de veículo.

Em termos ambientais, a tipologia furgão apresenta maior vantagem uma vez que, ao consumir menos combustível por quilómetro percorrido, consequentemente emite menos CO_2, conforme verificado na tabela. Neste caso, a tipologia furgão emite em média menos 17,5% de CO_2 que a tipologia chassis-cabine.

Apesar de a tipologia furgão reunir os melhores requisitos para a frota da TNB Expresso, não invalida que na frota possam existir alguns veículos chassis-cabine para serviços mais específicos. No entanto, e uma vez que a maior parte dos artigos de grande volume são transportados desmontados e embalados em volumes mais pequenos, o furgão apresenta-se como a tipologia mais indicada para a frota da TNB Expresso.

Considerando deste modo que a tipologia de veículo mais indicada para cumprir os requisitos técnicos, financeiros e ambientais na frota atual é o furgão, será esta tipologia a servir de base como comparativo na procura de alternativas ecológicas.

Capítulo 5

Implementação

5.1. A analise das medidas a implementar

Segundo McKinnon (2018), antes de se implementarem quaisquer medidas para a redução da emissão de GEE, é necessário analisar previamente o impacto das mesmas no quotidiano de funcionamento da empresa, a nível funcional e económico. Para tal, McKinnon (2018) propõe que se considerem os seguintes pontos para análise:

a) Qual a meta, em termos de toneladas de CO_2, que a empresa se propõe a reduzir num determinado período?
b) Quais os custos económicos ou benefícios obtidos por cada tonelada de CO_2 reduzida na emissão de GEE?
c) Quanto capital será necessário investir e qual o retorno e período de retorno expectável?
d) As medidas a adotar são de fácil implementação sem alterar radicalmente as rotinas em vigor?
e) Quanto tempo é necessário para a implementação destas medidas e quanto tempo pode tardar até se atingirem os objetivos propostos?
f) Existem apoios governamentais para a implementação das medidas propostas?
g) Consigo obter para a empresa, paralelamente com estas medidas, mais algum benefício para além dos ambientais?
h) Existe histórico na implementação destas medidas noutras empresas do sector? Se sim, qual o grau de sucesso?

5.2. As expectativas

Relativamente à emissão de GEE, a TNB Expresso tem metas ambiciosas neste campo, pretendendo reduzir na totalidade a emissão direta de GEE da sua frota de distribuição urbana até ao final de 2023. É uma meta que considera realista atendendo à evolução da oferta do mercado automóvel na utilização de energias alternativas.

Em relação aos custos, a TNB Expresso espera conseguir efetuar a transição da sua frota sem aumentar os custos com a mesma. Apesar dos veículos que utilizam energias alternativas serem consideravelmente mais dispendiosos no momento da aquisição relativamente os veículos com motor de combustão, os menores custos de consumo de energia assim como o menor custo de manutenção pode ajudar a equilibrar os custos totais.

A TNB Expresso espera conseguir implementar a transição de frota de uma forma rápida e simples, uma vez que irá optar por veículos de características similares à frota atual. De forma a otimizar a

utilização e contornar as limitações de autonomia dos veículos alternativos, a TNB Expresso irá ministrar formação em eco condução assim como utilizar um software de otimização de rotas.

Os apoios governamentais existentes não se aplicam a esta transição, uma vez que os mesmos só são aplicáveis em processos de aquisição definitiva de veículos. Neste caso, a TNB Expresso irá optar pela modalidade de aluguer operacional pelo facto dos veículos que utilizam energias alternativas estarem numa fase de evolução rápida, e desta forma ficarem rapidamente obsoletos. Por outro lado, a TNB Expresso ainda tem muitas incógnitas de como funcionará o mercado de usados para este tipo de veículos e quais os valores que poderá obter na venda dos mesmos em final de vida útil.

Em relação aos benefícios paralelos, para além dos ambientais, a TNB Expresso espera que a implementação da formação em eco condução ajude a obter uma redução da sua taxa de sinistralidade, reduzindo deste modo os custos com as reparações de sinistros assim como a redução dos prémios do seu seguro de frota. Por outro lado, a TNB Expresso espera ainda que a transição da frota seja um exemplo de sucesso interno e fomente a aplicação de mais medidas de responsabilidade ambiental dentro da empresa.

Não sendo um projeto pioneiro a nível europeu, a nível nacional a TNB Expresso é pioneira na incorporação de veículos ligeiros de mercadorias na sua frota de distribuição urbana, tanto a gás natural (GNC) como de motorização elétrica, pelo que a nível nacional não há possibilidade de verificar o sucesso da aplicação destas medidas. A nível europeu, existem casos de sucesso em empresas do sector na Alemanha e nos Países Baixos, no entanto há que realçar as diferenças de relevo geográfico de cidades como Amesterdão, Dortmund ou Berlim comparativamente com Lisboa ou Porto. A autonomia de veículos de energias alternativas diminui mais rapidamente nestas cidades portuguesas devido à sua geografia mais acidentada.

5.3. Aplicação prática

Após definidos os parâmetros essenciais a preencher pelo veículo que se pretende para substituir a frota atual, torna-se necessário efetuar uma análise ao mercado para encontrar qual o modelo que melhor pode efetuar esta substituição.

Como alternativa aos veículos de motor de combustão a diesel, a TNB Expresso começou por testar veículos com tecnologias “maduras” no mercado português, como é o caso dos veículos movidos a gás natural comprimido (GNC).

Deste modo, foi efetuado o teste com 2 veículos a GNC para analisar os consumos, as emissões de GEE e os custos de combustível numa operação real, e assim comparar com os dados do motor diesel.

5.4. Viaturas a Gás Natural Comprimido (GNC)

O Gás Natural Comprimido (GNC), também denominado biogás, é um tipo de biocombustível produzido a partir da decomposição de materiais orgânicos por bactérias na ausência de oxigénio, por isso é considerado uma fonte de energia renovável. O GNC recebe o nome "comprimido" porque há uma compressão do gás a uma pressão de 250 bar para poder ser transportado, armazenado e distribuído para regiões que não são servidas por gasodutos convencionais. Nesse caso, o GNC é transportado em veículos especializados, denominados os gasodutos móveis (Goldenergy, 2021).

O GNC chega aos clientes sob uma pressão de 250 bar, pelo que pode ser necessário transformá-lo antes do consumo final. Nesse caso, a Unidade de Transporte e Armazenagem deve ser ligada a uma Estação de Redução de Pressão (PRP) para que o gás seja acondicionado na temperatura e pressão desejáveis para o uso final.

5.4.1. Vantagens dos veículos GNC

Entre as diversas vantagens do GNC, encontram-se como principais:

- Emite menos gases poluentes, sendo totalmente ausente de enxofre e menor emissão de CO_2, contribuindo menos para o agravamento do efeito de estufa quando comparado com os combustíveis convencionais;
- O seu custo-benefício é melhor, quando comparado com os outros combustíveis;
- Reduz a necessidade de limpeza e manutenção do sistema de combustão;
- Possui alta eficiência no processo de queima, possuindo um coeficiente calorifico maior;
- É seguro, pois em caso de fuga dispersa-se com maior rapidez por ser mais leve que o ar.

O funcionamento do veículo a GNC é semelhante ao veículo a gasolina. O motor de combustão é sensivelmente o mesmo, apenas com o reforço de alguns componentes e o abastecimento também é efetuado do mesmo modo, demorando o mesmo tempo que o abastecimento a gasolina.

O abastecimento do GNC é efetuado para depósitos herméticos que se encontram na parte inferior do veículo e são fabricados em aço de elevada resistência com tratamento anti corrosão, sendo certificados a cada 4 anos quanto ao estado de conservação. As electroválvulas de segurança mantêm o gás no interior de forma totalmente estanque e apenas abrem quando se liga a ignição.

Os componentes dos depósitos foram testados para suportar condições extremas de segurança e apesar de armazenarem o GNC a uma pressão de 200 bares, são fabricados para resistirem a uma pressão duas vezes superior.

O veículo testado estava equipado com um depósito para gasolina como extra, com uma capacidade de 14 litros. O veículo funciona sempre com recurso ao GNC até este se esgotar, transitando para a gasolina assim que se acaba o GNC. Este depósito de gasolina permite que o veículo

consiga deslocar-se até ao posto de carregamento de GNC mais próximo, conferindo uma autonomia suplementar de cerca de 100kms.

5.4.2. Desvantagens dos veículos GNC

O reduzido número de postos de carregamento, sendo apenas 16 postos públicos a nível nacional, e a reduzida autonomia do veículo a GNC, condicionam bastante este modelo como alternativa.

5.4.3. O teste com veículos GNC

Em relação às viaturas GNC testadas, o fabricante anuncia os seguintes dados:

- Desempenho do motor GNC igual ao desempenho do motor diesel;
- Redução até 35% nos custos com o combustível;
- Até menos 5% na redução de emissão de CO_2 comparativamente com o motor diesel;
- Menor emissão de partículas em relação ao motor diesel, com uma redução de 76%.

Efetuados os testes, que consistiram em colocar os veículos nas mesmas rotas reais da distribuição da TNB Expresso, foram apurados os resultados apresentados nos quadros 5.1 relativamente às emissões. De notar que as viaturas GNC foram testadas durante um período de tempo inferior relativamente às viaturas 100% elétricas, conforme se pode verificar mais adiante, pelo facto de serem viaturas próprias da TNB Expresso, havendo já uma completa adaptação dos motoristas às viaturas no sentido de otimização da condução em termos de autonomia e consumo de combustível.

Quadro 5.1. Emissões de CO_2 dos veículos GNC

Viatura 1	Kms iniciais	Kms finais	Total kms percorridos	GNC consumido (m3)	m3/100kms	Emissão total de CO_2 ($kgCO_2$)	Emissão $kgCO_2/km$
Dia 1	48 051	48 267	216	36,68	16,98	72,63	0,34
Dia 2	48 267	48 554	287	48,65	16,95	96,33	0,34
Dia 3	48 554	48 711	157	25,95	16,53	51,38	0,33
Dia 4	48 711	48 993	282	44,02	15,61	87,16	0,31
Dia 5	48 993	49 311	318	46,78	14,71	92,62	0,29
Valor médio					**16,16**		**0,32**

Viatura 2	Kms iniciais	Kms finais	Total kms percorridos	GNC consumido (m3)	m3/100kms	Emissão total de CO_2 ($kgCO_2$)	Emissão $kgCO_2/km$
Dia 1	49 740	50 003	263	42,13	16,02	83,42	0,32
Dia 2	50 003	50 235	232	38,43	16,56	76,09	0,33
Dia 3	50 235	50 556	321	52,57	16,38	104,09	0,32
Dia 4	50 556	50 847	291	47,59	16,35	94,23	0,32
Dia 5	50 847	51 056	209	37,64	18,01	74,53	0,36
Dia 6	51 056	51 321	265	36,39	13,73	72,05	0,27
Valor médio					**16,18**	**420,99**	**0,32**

Em ambas os veículos testados verificamos que a redução na emissão de CO_2, comparativamente com o motor diesel, foi de 3%. Se no motor diesel verificamos ter em média 0,33 kg CO_2 por quilómetro percorrido, na versão GNC temos o valor de 0,32 kg CO_2 por quilómetro percorrido, o que apesar de estar dentro dos parâmetros definidos pelo fabricante, fica manifestamente aquém do pretendido tendo em conta os objetivos de descarbonização da TNB Expresso.

Relativamente aos custos de combustível, obtiveram-se os dados apresentados no quadro 5.2.

Quadro 5.2. Custos de combustível GNC nas 2 viaturas em teste

Viatura 1	Kms iniciais	Kms finais	Total kms percorridos	GNC consumido (m3)	m3/100kms	Custo de GNC consumido (€)	Custo GNC (€/km)
Dia 1	48 051	48 267	216	36,68	16,98	40,66	0,1882
Dia 2	48 267	48 554	287	48,65	16,95	53,93	0,1879
Dia 3	48 554	48 711	157	25,95	16,53	28,77	0,1832
Dia 4	48 711	48 993	282	44,02	15,61	48,80	0,1730
Dia 5	48 993	49 311	318	46,78	14,71	51,86	0,1631
Valor médio					**16,16**		**0,1791**
Viatura 2	**Kms iniciais**	**Kms finais**	**Total kms percorridos**	**GNC consumido (m3)**	**m3/100kms**	**Custo de GNC consumido (€)**	**Custo GNC (€/km)**
Dia 1	49 740	50 003	263	42,13	16,02	46,70	0,1776
Dia 2	50 003	50 235	232	38,43	16,56	42,60	0,1836
Dia 3	50 235	50 556	321	52,57	16,38	58,27	0,1815
Dia 4	50 556	50 847	291	47,59	16,35	52,75	0,1813
Dia 5	50 847	51 056	209	37,64	18,01	41,72	0,1996
Dia 6	51 056	51 321	265	36,39	13,73	40,34	0,1522
Valor médio					**16,18**		**0,1793**

Para estes cálculos foi considerado o valor de 1,108502€ por metro cúbico de GNC, sendo este o valor real cobrado pelo fornecedor de GNC no abastecimento dos 2 veículos durante o teste.

Apesar do fabricante anunciar uma redução no custo do combustível até 35%, no teste apenas foi possível obter uma redução de 17%. De salientar que o teste foi efetuado com o mesmo estilo de condução praticado na condução dos veículos com motor diesel de forma a manter os parâmetros, não se tendo privilegiado a eco condução uma vez que o mesmo também não ocorreu na utilização dos veículos com motor de combustão diesel.

Em relação aos custos de aquisição e utilização do veículo a GNC, obtivemos os valores apresentados no quadro 5.3.

Quadro 5.3. Custos fixos do veículo GNC

		CUSTOS FIXOS MENSAIS				
	Média mensal (km)	**Amortização (€)**	**Seguro (€)**	**IUC (€)**	**Total (€)**	**custo por km (€)**
Furgão GNC	5 236	629,52	153,44	4,49	787,44	0,1504

O veículo GNC apresentou uma autonomia superior a 300kms por abastecimento, o que indica poder abranger todas as rotas efetuadas pela TNB Expresso. No entanto considerou-se a quilometragem media diária efetuada pela frota atual da TNB Expresso como parâmetro para os cálculos dos custos por quilómetro percorrido.

No cálculo da amortização, assumiram-se os mesmos pressupostos utilizados para os cálculos referente aos veículos diesel.

Os custos de utilização do veículo GNC, nomeadamente a manutenção corretiva e preventiva, assim como o custo do combustível apresentam-se no quadro 5.4:

Quadro 5.4. Custos de manutenção e combustível do veículo GNC

		MANUTENÇÃO		COMBUSTIVEL
	Média mensal (km)	**custos mensais (€)**	**custo por km (€)**	**custo por km (€)**
Furgão GNC	5 236	96,00	0,0183	0,1792

O custo da manutenção é o valor definido pelo fabricante, uma vez que não existe histórico para estes custos referente a este modelo de veículo.

No final, podemos comparar os custos globais do veículo GNC relativamente ao veículo diesel no quadro 5.5.

Quadro 5.5. Comparação de custos totais entre o veículo GNC e o veículo diesel

		FIXOS	MANUTENÇÃO	COMBUSTIVEL	
	Média mensal (km)	**custo por km (€)**	**custo por km (€)**	**custo por km (€)**	**Custos totais por km**
Furgão diesel	5 236	0,1089	0,0430	0,2159	**0,3678**
Furgão GNC	5 236	0,1504	0,0183	0,1792	**0,3479**

Pela análise dos dados obtidos com o teste dos veículos GNC, e apesar de apresentar de forma ligeira melhores resultados a nível de custos relativamente ao veículo diesel, não se pode considerar o veículo GNC como alternativa ao veículo diesel uma vez que, sendo a redução de CO_2 o principal

objetivo, o ganho obtido é praticamente nulo. Deste modo, o veículo GNC muito dificilmente poderá ser considerado como alternativa.

5.5. Veículos eletricos

Os veículos elétricos quando comparados aos veículos de combustão interna, apresentam um conjunto de características que lhes confere vantagens únicas, tais como a ausência de emissão direta de GEE, reduzido ruído em funcionamento e a inexistência de vibrações resultantes do motor de combustão.

Os veículos elétricos têm a sua força motriz gerada por um ou vários motores elétricos em substituição do tradicional motor de combustão. Os motores elétricos, ao invés dos motores de combustão, têm a particularidade de disponibilizar o seu binário total imediatamente após o arranque, a baixa rotação, exigindo deste modo uma condução diferente da praticada num veículo com motor a combustão. Neste sentido, é útil existir alguma formação na condução dos veículos elétricos de modo a poder gerir da melhor forma a limitada autonomia das baterias.

A mobilidade através deste tipo de veículos pode permitir a independência energética dos recursos fósseis, utilizando a eletricidade gerada no local em vez de depender de recursos fósseis importados. Adicionalmente, a eletricidade pode ser gerada usando vários recursos naturais e renováveis como a energia solar.

5.5.1. Vantagens dos veículos elétricos

Apresentam-se como principais vantagens dos veículos elétricos a nula emissão de GEE de forma direta, a condução suave e a reduzida emissão de ruídos.

Por outro lado, apesar dos veículos elétricos apresentarem um valor de compra superior ao veículo com motor de combustão, os diversos incentivos fiscais podem tornam o seu valor de aquisição mais apelativo, nomeadamente a isenção do Imposto Sobre Veículos, do Imposto Único de Circulação e da Tributação Autónoma.

5.5.2. Desvantagens dos veículos elétricos

A limitada autonomia destes veículos continua a ser a sua maior desvantagem em relação aos veículos com motor de combustão, adicionado ao elevado tempo de carga das baterias. Apesar de já existirem carregadores denominados “rápidos” que permitem carregar 80% da bateria em menos de 1 hora, estes carregadores são ainda escassos comparativamente à frota nacional de veículos elétricos. Por outro lado, o valor do carregamento rápido efetuado num carregador público é bastante mais elevado que o carregamento efetuado no domicílio, por incluir o valor do aluguer do carregador, tornando nestes casos o custo do quilómetro percorrido superior ao do veículo com motor de combustão.

5.5.3. O teste com viaturas elétricas

No sentido de verificar a viabilidade de utilização de viaturas movidas a eletricidade na operação da TNB Expresso, foram testados 3 veículos 100% elétricas de modelos e marcas diferentes.

Os veículos testados apresentam características diferentes tanto quanto à capacidade de carga como à autonomia, o que desde logo os diferencia quanto à possível utilização na frota da TNB Expresso, conforme se constata no quadro 5.6.

Quadro 5.6. Comparação dos diversos veículos elétricos em teste

Marca	Modelo	Tipologia	Capacidade de carga (m3)	Autonomia (kms)	Capacidade bateria (kWh)	Capacidade útil bateria (kWh)	Velocidade de carga (kW)
Viatura A	X	furgão	12	140	33	30	7,4
Viatura B	Y	furgão	12	340	89	82	11
Viatura C	Z	furgão	16	290	79	72	11

No mesmo sentido em que foram efetuados os testes com as viaturas GNC, os testes com as viaturas 100% elétricas consistiu em colocar as mesmas na operação da TNB Expresso realizando rotas reais de distribuição.

Os testes realizados foram condicionados à disponibilidade dos veículos, pelo que apenas foi possível realizar 8 dias de distribuição, tendo produzido os dados apresentados nos quadros 5.7, 5.8 e 5.9.

Quadro 5.7. Emissões de CO_2 da viatura elétrica A

Viatura A	Kms iniciais	Kms finais	Total kms percorridos	% carga disponível	Carga (kWh)	Kms/kWh	Emissão CO_2 ($kgCO_2$)	Emissão $kgCO_2/km$
Dia 1	862	973	111	17%	24,81	4,47	5,09	0,046
Dia 2	973	1109	136	3%	29,24	4,65	6,00	0,044
Dia 3	1109	1244	135	7%	27,93	4,83	5,73	0,042
Dia 4	1244	1371	127	6%	28,21	4,50	5,79	0,046
Dia 5	1371	1503	132	4%	28,89	4,57	5,93	0,045
Dia 6	1503	1639	136	4%	28,74	4,73	5,90	0,043
Dia 7	1639	1768	129	8%	27,64	4,67	5,67	0,044
Dia 8	1768	1890	122	12%	26,38	4,62	5,41	0,044
Valor médio						**4,63**	**5,69**	**0,044**

Quadro 5.8. Emissões de CO_2 da viatura elétrica B

Viatura B	Kms iniciais	Kms finais	Total kms percorridos	% carga disponível	Carga (kWh)	Kms/kWh	Emissão CO_2 ($kgCO_2$)	Emissão $kgCO_2/km$
Dia 1	2188	2423	235	31%	56,68	4,15	11,63	0,049
Dia 2	2423	2716	293	16%	68,66	4,27	14,09	0,048
Dia 3	2716	3047	331	7%	76,56	4,32	15,71	0,047
Dia 4	3047	3381	334	2%	80,55	4,15	16,53	0,049
Dia 5	3381	3694	313	7%	76,49	4,09	15,69	0,050
Dia 6	3694	3996	302	9%	74,84	4,04	15,35	0,051
Dia 7	3996	4323	327	5%	77,86	4,20	15,97	0,049
Dia 8	4323	4579	256	22%	63,72	4,02	13,07	0,051
Valor médio						**4,15**	**14,76**	**0,049**

Quadro 5.9. Emissões de CO_2 da viatura elétrica C

Viatura C	Kms iniciais	Kms finais	Total kms percorridos	bateria (%)	Carga (kWh)	Kms/kWh	Emissão CO_2 ($kgCO_2$)	Emissão $kgCO_2/km$
Dia 1	14	228	214	26%	53,41	4,01	10,95	0,051
Dia 2	228	431	203	28%	51,62	3,93	10,59	0,052
Dia 3	431	655	224	23%	55,76	4,02	11,44	0,051
Dia 4	655	901	246	14%	62,13	3,96	12,74	0,051
Dia 5	901	1159	258	11%	64,07	4,03	13,14	0,051
Dia 6	1159	1412	253	10%	64,54	3,92	13,24	0,052
Dia 7	1412	1644	232	21%	56,71	4,09	11,63	0,050
Dia 8	1644	1892	248	14%	61,62	4,02	12,64	0,051
Valor médio						**4,00**	**12,05**	**0,051**

Na impossibilidade de medir a quantidade de energia (kWh) consumida em cada carregamento optou-se por registar, antes de cada carregamento, a percentagem de bateria ainda disponível e a quilometragem do veículo nesse momento. Deste modo, e conhecendo a capacidade útil total das baterias do veículo, consegue-se calcular a quantidade de energia de cada carregamento assim como os quilómetros percorridos com a energia consumida.

No cálculo da emissão de CO_2 utilizou-se o valor definido no ponto 3.3 do capítulo 3 no qual ficou definido, com base na informação do fornecedor de eletricidade, que a produção de 1kWh origina a emissão de 205,16g de CO_2.

Após o cálculo da emissão de CO_2 de cada veículo verificamos que, naturalmente, quanto maior e mais pesada é o veículo, maior o seu consumo de energia no deslocamento e, por conseguinte, maior a emissão de CO_2 por quilometro percorrido. Neste sentido, o veículo C consome mais energia, percorrendo apenas 4 quilómetros por cada kWh consumido. Comparativamente com resultado do

veículo A, o melhor neste parâmetro, o veículo C consegue percorrer menos 15% de distância. Este facto é relevante atendendo que a autonomia é um fator muito relevante nas viaturas 100% elétricas.

Em relação aos custos do carregamento de baterias, puderam-se apurar obtidos no quadro 5.10.

Quadro 5.10. Custos de eletricidade consumida pelas diferentes viaturas elétricas testadas

Viatura A	Kms iniciais	Kms finais	Total kms percorridos	% carga disponível	Carga (kWh)	Kms/kWh	Custo de eletricidade consumida (€)	Custo eletricidade (€/km)
Dia 1	862	973	111	17%	24,81	4,47	2,23	0,0201
Dia 2	973	1109	136	3%	29,24	4,65	2,63	0,0193
Dia 3	1109	1244	135	7%	27,93	4,83	2,51	0,0186
Dia 4	1244	1371	127	6%	28,21	4,50	2,54	0,0200
Dia 5	1371	1503	132	4%	28,89	4,57	2,60	0,0197
Dia 6	1503	1639	136	4%	28,74	4,73	2,58	0,0190
Dia 7	1639	1768	129	8%	27,64	4,67	2,49	0,0193
Dia 8	1768	1890	122	12%	26,38	4,62	2,37	0,0194
Valor médio						**4,63**		**0,0194**

Viatura B	Kms iniciais	Kms finais	Total kms percorridos	% carga disponível	Carga (kWh)	Kms/kWh	Custo de eletricidade consumida (€)	Custo eletricidade (€/km)
Dia 1	2188	2423	235	31%	56,68	4,15	5,10	0,0217
Dia 2	2423	2716	293	16%	68,66	4,27	6,17	0,0211
Dia 3	2716	3047	331	7%	76,56	4,32	6,88	0,0208
Dia 4	3047	3381	334	2%	80,55	4,15	7,24	0,0217
Dia 5	3381	3694	313	7%	76,49	4,09	6,88	0,0220
Dia 6	3694	3996	302	9%	74,84	4,04	6,73	0,0223
Dia 7	3996	4323	327	5%	77,86	4,20	7,00	0,0214
Dia 8	4323	4579	256	22%	63,72	4,02	5,73	0,0224
Valor médio						**4,15**		**0,0217**

Viatura C	Kms iniciais	Kms finais	Total kms percorridos	% carga disponível	Carga (kWh)	Kms/kWh	Custo de eletricidade consumida (€)	Custo eletricidade (€/km)
Dia 1	14	228	214	26%	53,41	4,01	4,80	0,0224
Dia 2	228	431	203	28%	51,62	3,93	4,64	0,0229
Dia 3	431	655	224	23%	55,76	4,02	5,01	0,0224
Dia 4	655	901	246	14%	62,13	3,96	5,59	0,0227
Dia 5	901	1159	258	11%	64,07	4,03	5,76	0,0223
Dia 6	1159	1412	253	10%	64,54	3,92	5,80	0,0229
Dia 7	1412	1644	232	21%	56,71	4,09	5,10	0,0220
Valor médio						**4,00**		**0,0225**

Pela mesma razão apontada no parágrafo anterior, relativamente ao peso do veículo, o veículo C tem um custo maior de energia por cada quilómetro percorrido.

Relativamente aos custos fixos de cada veículo, e no seguimento do mesmo exercício efetuado para os veículos com motorizações diesel e GNC, temos os valores apresentados no quadro 5.11.

Quadro 5.11. Custos fixos das diferentes viaturas elétricas testadas

		CUSTOS FIXOS MENSAIS				
	Média mensal (kms)	**Amortização (€)**	**Seguro (€)**	**IUC (€)**	**Total (€)**	**custo por km (€)**
Veículo A	3 080	871,17	172,92	0,00	1 044,09	0,3390
Veículo B	5 236	783,00	140,27	0,00	923,27	0,1763
Veículo C	5 236	1 084,60	166,62	0,00	1 251,22	0,2389

De realçar o maior valor de amortização do veículo C, originado pelo seu maior valor de aquisição, bastante superior em relação aos restantes.

No cálculo do valor do custo quilométrico, a média mensal de quilómetros percorridos pelo veículo A é inferior pelo facto deste veículo ter uma autonomia reduzida. Sendo que um dos critérios do comparativo é que os veículos apenas poderem carregar as baterias uma vez por dia, os custos do veículo A diluem-se por menos quilómetros comparativamente aos restantes veículos, tendo assim o valor mais elevado do comparativo.

A reduzida autonomia real do veículo A, com cerca de 140 quilómetros não permite alcançar a média diária da quilometragem da frota atual com motor de combustão diesel, que se cifra em 238 quilómetros. Por este motivo, este veículo não pode ser encarado como alternativa, sendo descartado.

No quadro 5.12 temos o resumo dos custos de cada veículo elétrico, assim como o custo total por quilómetro percorrido.

Quadro 5.12. Custos totais dos diferentes veículos elétricos testados

		FIXOS	MANUTENÇÃO	COMBUSTIVEL	
	Média mensal (kms)	**custo por km (€)**	**custo por km (€)**	**custo por km (€)**	**Custos totais por km**
Veículo A	3 080	0,3390	0,0218	0,0194	**0,3802**
Veículo B	5 236	0,1763	0,0196	0,0217	**0,2176**
Veículo C	5 236	0,2389	0,0217	0,0225	**0,2831**

Verificamos que, para a mesma quilometragem mensal, o veículo B apresenta um custo inferior por quilómetro percorrido, originado pelo seu inferior custo de utilização assim como pelo menor custo de consumo de energia.

Apesar de apenas apresentar uma capacidade de 12m3 comparativamente aos 15m3 do veículo C, o formato cúbico da sua zona de carga permite um carregamento de mercadoria mais otimizado. Este facto permite ao veículo B carregar mais carga em menos espaço igualando o veículo C neste aspeto. O veículo B, sendo mais pequeno, apresenta um peso bruto inferior, o que lhe permite carregar mais carga que o veículo C.

Capítulo 6

Conclusões

O aquecimento global é, neste momento, um tema de urgente resolução devendo ser uma das principais preocupações dos líderes globais e de todos os cidadãos em geral. É indiscutível a necessidade urgente em reduzir a emissão de GEE para a atmosfera, tendo o sector dos transportes uma grande responsabilidade para se alcançar este objetivo. A renovação de frota por veículos mais sustentáveis que utilizem energias alternativas é apenas uma das medidas nesse sentido, entre várias.

Atualmente os veículos elétricos apresentam-se como a melhor alternativa aos veículos de combustão diesel, contribuindo para a redução da dependência dos combustíveis fósseis e, diretamente, também para a redução da emissão de GEE. No entanto, para que sejam realmente uma alternativa eficaz, é necessário que ocorram algumas melhorias, como o aumento da autonomia das baterias, a redução dos tempos de carregamento e a redução do custo de aquisição. Espera-se que, com a evolução da tecnologia dos veículos elétricos e a crescente procura destes, estes aspetos possam ser mitigados.

O presente estudo foi elaborado em contexto real da operação da TNB Expresso, tendo sido utilizados veículos próprios ou cedidos por concessionários para testes em rotas reais, tanto a versão GNC como as diversas versões elétricas.

No quadro 6.1 apresenta-se em resumo os dados obtidos para as diferentes alternativas.

Quadro 6.1. Comparativo de emissões de CO_2 entre as diferentes motorizações

	Custos totais por km	**Emissão kgCO_2/km**
Furgão diesel	0,3678	0,328
Furgão GNC	0,3479	0,320
Veículo B (elétrica)	0,2176	0,049
Veículo C (elétrica)	0,2831	0,051

Na análise do quadro 6.1 concluímos que, em veículos similares do mesmo segmento, a motorização GNC não oferece vantagens em termos ambientais. Apesar do gás natural ser menos emissor de GEE relativamente ao diesel, o consumo excessivo do veículo GNC por quilómetro percorrido em situação real de rota acaba por prejudicar a sua performance ambiental, excluindo-o como alternativa aos veículos com motor de combustão diesel.

Relativamente ao veículo GNC, em termos económicos não oferece uma vantagem significativa relativamente ao veículo de motorização diesel, com a agravante de ser um veículo com pouca procura

no mercado de veículos usados, ou seja, assim que chegar ao fim do seu ciclo de vida útil não vai ser possível obter um valor de retorno considerável.

Ainda do quadro 6.1, facilmente se verifica que a opção pelo veículo de motricidade elétrica é a mais acertada, tanto em termos ambientais como em termos económicos. Em termos ambientais este veículo supera os restantes por uma margem muito significativa, podendo ser maior caso se opte pela geração de energia elétrica com recurso a fontes 100% renováveis, por exemplo utilizando painéis solares e acumulando a energia gerada em baterias.

Apesar de ser um veículo mais dispendioso no momento da aquisição, o seu consumo energético e a sua reduzida manutenção tornam este veículo mais económico na globalidade dos custos. É verdade que influencia neste cálculo o facto de os carregamentos terem sido efetuados em horário de consumo elétrico "vazio" (durante a noite), no entanto a diferença do custo por quilómetro percorrido relativamente ao veículo diesel é tão significativa (considerando o veículo elétrico B) que permite ainda alguma flexibilidade para se efetuarem alguns carregamentos de energia fora do horário de consumo em vazio.

6.1. Eco condução

Apesar da finalidade deste estudo incidir na procura da melhor opção em termos de motorização para a tipologia de veículo pretendida, tendo em conta as normas e objetivos ambientais a curto prazo, é de realçar que, independentemente da tipologia e motorização do veículo, existem algumas boas práticas que devem ser colocadas em prática para uma utilização mais ecológica, económica e segura dos veículos, tais como a eco condução.

A eco condução consiste numa forma de condução eficiente que permite obter benefícios como a redução do consumo de combustível, a redução da emissão de gases e de partículas poluentes, assim como uma redução de sinistralidade. Este último ponto, para além de melhorar a segurança rodoviária, também tem um benefício económico, pois uma sinistralidade reduzida permite obter seguros de frota com melhores condições financeiras. Em sectores de atividade como a logística e transportes, é usual os seguros de frota terem custos mais elevados devido à elevada sinistralidade, pelo que uma redução da mesma pode traduzir-se numa redução importante dos custos, tanto em reparações como no valor do seguro.

Se do lado da indústria automóvel é reconhecido um esforço gradual no sentido do desenvolvimento de veículos com consumos e emissões poluentes cada vez menores, também é verdade que por parte dos condutores muito pode também ser feito, através de comportamentos que contribuam para a sustentabilidade e para a segurança rodoviária tais como:

Condução por antecipação - A condução por antecipação é a base da eco condução. Conduzir com uma adequada distância de segurança para o veículo da frente e observar a envolvente com um amplo ângulo de visão, permite um tempo de reação maior e reduz o risco de acidentes, contribuindo assim para uma maior segurança rodoviária. É benéfico conseguir reagir rapidamente a um imprevisto, mas é melhor ainda conseguir antecipá-lo e atempadamente considerar uma alternativa mais segura. Uma condução por antecipação, na qual o condutor não se limita a observar o veículo da frente, permite reduzir o número de acelerações e travagens (especialmente as mais bruscas), e assim reduzir os consumos médios, a emissão de poluentes atmosféricos assim como um aumento de poluição sonora. Por outro lado, as repetidas acelerações e travagens, provocam um maior desgaste mecânico no veículo. Ao antecipar uma travagem iniciando a redução lenta da velocidade uns metros antes do ponto previsto de paragem, permite aproveitar melhor o combustível injetado no motor.

Gerir a rotação do motor de combustão - Uma boa gestão da caixa de velocidades é um dos maiores trunfos da eco condução. A caixa de velocidades permite ajustar as condições de funcionamento do motor ao tipo de condução que se pretende. No entanto, o consumo de combustível não é igual ao longo de toda a gama de rotações do motor, pelo que uma condução eficiente reside em saber em que condições de funcionamento do motor será necessária menor quantidade de combustível para deslocar o veículo no trajeto pretendido. Para a mesma potência debitada, os motores são mais eficientes se recorrermos a baixas rotações do que rotações mais elevadas. Saber gerir o motor do veículo nas travagens e descidas também é importante. Nos veículos mais recentes, o motor corta a injeção de combustível quando, estando em movimento, se retira o pé do acelerador e se mantém uma mudança engrenada. Esta situação permite aproveitar a resistência do motor para reduzir a velocidade do veículo sem recorrer ao sistema de travagem, e em simultâneo termos o veículo a circular sem consumir combustível.

6.2. O Hidrogénio como solução

O veículo a hidrogénio é, na realidade, um veículo elétrico que utiliza o hidrogénio para produzir a eletricidade necessária à sua força motriz. Este veículo dispõe de uma série de componentes que, em conjunto, conseguem gerar eletricidade sem recurso a ligações externas, nomeadamente os tanques ultrarresistentes a impactos e temperaturas extremas assim como um conjunto de células de combustível que realizam a operação inversa à eletrólise, ou seja, gerar eletricidade.

No entanto, a utilização do hidrogénio como forma indireta de eletrificar os veículos de mercadorias ainda gera controvérsia, uma vez que é consumida muita energia em todo o processo de utilização do hidrogénio.

Em termos ambientais, a utilização de pilhas de hidrogénio em veículos só terá emissões zero se a energia elétrica para todo o processo, quer para a eletrólise quer posteriormente para a compressão e armazenamento deste gás nos reservatórios dos veículos, for possível obter de uma forma sustentável, como através da utilização de painéis solares.

McKinnon (2018) estima que, no caso do hidrogénio comprimido, apenas 23% da energia utilizada no processo de eletrólise é convertida em energia motriz. Este dado é desfavorável quando comparado com os veículos elétricos que, segundo McKinnon (2018) utilizam 69% da energia carregada para a força motriz do veículo.

O veículo a hidrogénio apresenta algumas desvantagens, tais como:

a) *Rede de estações de abastecimento de hidrogénio*. Atualmente não existe uma rede de postos de abastecimento de hidrogénio em Portugal. Para se considerar o hidrogénio como uma alternativa sustentável de emissões zero, será necessário criar uma rede de estações de produção de hidrogénio localmente com recurso à eletrólise usando eletricidade produzida por fontes alternativas. Atualmente as (poucas) estações de abastecimento de hidrogénio são abastecidas por cisternas ou, nos casos de maior dimensão, por gasodutos, com hidrogénio obtido pelo processo de vaporização do metano.
b) *Custo do veículo a hidrogénio*. O veículo a hidrogénio não é mais que um veículo elétrico ao qual são adicionados componentes como a pilha de hidrogénio e os reservatórios, pelo que é expectável que o custo destes veículos seja naturalmente superior ao custo do veículo elétrico, que por sua vez já tem um custo superior ao veículo diesel.
c) *Espaço de carga.* Apesar do hidrogénio estar comprimido, este requer quatro vezes mais espaço de armazenagem que o combustível diesel necessário para percorrer a mesma distância, ou seja, haverá mais espaço ocupado pelos reservatórios e menos espaço disponível para a carga a transportar.

Em relação às vantagens do veículo a hidrogénio, apresentam-se algumas como:

a) *Ambiente*. Naturalmente que a maior vantagem do veículo a hidrogénio é a sua nula poluição direta, uma vez que do escape apenas sai vapor de água.
b) *Tempo de carga*. Ao contrário dos veículos elétricos, que necessitam de estar várias horas ligados à corrente para efetuar o carregamento das baterias, o veículo a hidrogénio consegue reabastecer os seus reservatórios em cerca de 5 minutos, ou seja, num período semelhante ao do veículo diesel.
c) *Autonomia*. A autonomia de um veículo a hidrogénio consegue ser muito similar à de um veículo diesel, e bastante superior à de um veículo elétrico.

6.3. Alguns apontamentos para a redução de emissão de GEE

Independentemente do tipo de veículos que se pretenda adquirir relativamente, com motorização diesel, elétrica, a pilha de hidrogénio, etc, poderemos ter em conta alguns pontos importantes na distribuição de última milha, tais como:

i. *Software de gestão de rotas*. A utilização de um software de gestão de rotas permite gerar e planear rotas de uma forma otimizada, fazendo mais entregas com menor distância percorrida. Torna-se fundamental para a redução de combustível consumido e, para os veículos elétricos, numa rentabilização da viatura atendendo à condicionante da autonomia.

ii. *Software de gestão de combustível*. A monitorização do consumo de combustível consumido por veículo em cada trajeto permite entender as razões dos consumos elevados (tipo de condução, anomalia no veículo, furto, etc) e tomar medidas que evitem consumos elevados. Por outro lado, a atribuição de bónus aos motoristas que apresentem consumos mais reduzidos torna-se numa medida motivadora, em muitos casos mais do que a penalização por consumos elevados.

iii. *Aquisição de veículo*. Na aquisição de um veículo deve ser tido em conta a norma Euro do motor diesel, optando sempre pela norma mais elevada em vigor, assim como a aquisição de extras que possibilitem um melhor rolamento do veículo sem o atrito aerodinâmico, como defletores.

iv. Em termos gerais, na distribuição de última milha, sempre que possível devem ser efetuados os agendamentos para horários de menor fluxo de tráfego.

Referências Bibliográficas

AEA. (2020). https://www.eea.europa.eu/pt/themes/transport/intro, acedido a 30.11.2021

APA. (2021). https://apambiente.pt/clima, acedido a 30.11.2021

Banister, D. (2007, November 19). The sustainable mobility paradigm. Elsevier. https://doi:10.1016/j.tranpol.2007.10.005.

Black, W., (2005). Integrating Sustainability Into the Transportation Planning Process. Committee for the Conference on Introducing Sustainability into Surface Transportation Planning. https://doi.org/10.1016/j.cirp.2012.03.067

Carvalho, J. C. de (2020). Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento (3rd ed.). Edições Sílabo. ISBN 978-989-561-085-3

CE. (2019). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/, acedido a 23.03.2022

Comissão Europeia. (2021, July 14). Pacto Ecológico Europeu: A Comissão propõe transformar a economia e a sociedade da UE para satisfazer as ambições climáticas. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pt/ip_21_354

Conselho Europeu. (2021, November 15). Acordo de Paris sobre alterações climáticas. https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/climate-change/paris-agreement/#

Cook, J., Oreskes, N., Doran, P., Anderegg, W., Verheggen, B., …Rice, K., (2016). Consensus on consensus: A synthesis of consensus estimate son human-cause global warming. Environmental Research Letters. https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/4/048002

Ellen MacArthur Foundation. (2012). Towards the Circular Economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition.

Goldman, T., Gorham, R. (2006). Sustainable urban transport: Four innovative directions. Elsevier. https://doi:10.1016/j.techsoc.2005.10.007.

Gonzalez-Feliu, J. (2018). Sustainable Urban Logistics: Planning and Evaluation. Wiley-ISTE. ISBN 978-178-630-179-6.

Hesse, M. and J-P Rodrigue (2004). "The Transport Geography of Logistics and Freight Distribution", Journal of Transport Geography, Vol. 12, No. 3, pp. 171-184.

Hickman, R., Hall, P., Banister, D. (2013, December 1). Planning more for sustainable mobility", Journal of Transport Geography, Vol. 33, pp. 210-219. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.07.004

IEA/OECD. (2009). Transport, Energy and CO2: Moving toward sustainability. Paris: International Energy Agency.

International Transport Forum. (2020). Transport Climate Action Directory, Paris: OECD.

IPCC. (2014). Climate Change 2014 Synthesis Report Summary Chapter for Policymakers. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324

JRC Publications Repository. (2022). https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/ acedido a 23.03.2022

Lowe, M.D. (1990) "Alternatives to the Automobile: Transport for Livable Cities", *Ekistics*, No. 344/345, pp. 269-282

McKinnon, A. (2018). Balancing Efficiency and Resilience in Multimodal Supply Chains. International Transport Forum Discussion Papers. OECD Publishing.

McKinnon, A. (2018). Decarbonizing Logistics: Distributing Goods in a Low Carbon World. Kogan Page. ISBN 978-074-948-380-7.

Noussan, M., Tagliapietra, S. (2020). The Future of Transport Between Digitalization and Decarbonization: Trends, Strategies and Effects on Energy Consumption. Springer Open. https://doi: 10.1007/978-3-030-37966-7

O'Connor, K. (2010). "Global City Regions and the Location of Logistics Activity", Journal of Transport Geography, Vol. 18, No. 3, pp. 354-362

Santos, F.D. (2019, November 10). O Setor dos Transportes na descarbonização da economia de Portugal. Associação Portuguesa para o Desenvolvimento dos Sistemas Integrados dos Transportes. https://adfersit.pt/noticia/332/o-setor-dos-transportes-na-descarbonizacao-da-economia-de-portugal

Silva, J.A. (2020). As Alterações Climáticas: Os desafios para Portugal depois do Acordo de Paris. Lisboa. (1st ed.). Edições Colibri. ISBN 978-989-689-961-5

Stocker T., Qin D., Plattner, G., Tignor, M., Allen, S., Boschung, J. … Midgley, P., (2013). Climate Change 2013 the physical science basis. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom & New York, USA. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324

REA. (2021, November 16). Intensidade energética e carbónica dos transportes. https://rea.apambiente.pt/content/intensidade-energ%C3%A9tica-e-carb%C3%B3nica-dos-transportes

Rocha, I., Santos, S. (2018). Chance to Change: O Acordo de Paris e o Modelo de Crescimento Verde. (1st ed.). Plátano Editora. ISBN 978-989-760-220-7

Rodrigue, J-P., Comtois, C and Slack, B., (2017). The Geography of Transport Systems (4th ed.), New York: Routledge

Zhang, X., Rao, R., Xie, J., & Liang, Y. (2014). The Current Dilemma and Future Path of China's Electric Vehicles. Sustainability, 6(3), 1567–1593. https://doi.org/10.3390/su6031567