

MESTRADO
CIÊNCIAS EMPRESARIAIS

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
PROJETO

**FATORES DETERMINANTES NA AQUISIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS
ELÉTRICOS DE RECOLHA DE RESÍDUOS URBANOS, NO SETOR
PÚBLICO PORTUGUÊS**

GUILHERME GONÇALVES BRANCO

OUTUBRO - 2022

MESTRADO

CIÊNCIAS EMPRESARIAIS

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

PROJETO

FATORES DETERMINANTES NA AQUISIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS ELÉTRICOS DE RECOLHA DE RESÍDUOS URBANOS, NO SETOR PÚBLICO PORTUGUÊS

GUILHERME GONÇALVES BRANCO

ORIENTAÇÃO:
PROFESSOR DOUTOR PEDRO VERGA MATOS

OUTUBRO - 2022

Guilherme Gonçalves Branco
Fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português

O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém.

Dalai Lama

AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos vão para quem, de alguma forma, me apoiou e auxiliou ao longo deste projeto.

Para o Professor Doutor Pedro Verga Matos que sempre se mostrou disponível para analisar e orientar o trabalho, com muito profissionalismo e simpatia. Agradeço toda a colaboração e partilha de conhecimento.

Para a minha família, em particular a minha mãe e o meu pai, que muito me apoiaram e motivaram durante esta tão importante etapa da minha vida.

Quero agradecer também a quem despendeu de uns minutos do seu dia para responder ao questionário. Muitas delas são pessoas que se relacionam comigo na minha vida profissional, e a quem não faltou palavras de incentivo para a conclusão do projeto.

Por fim, para a minha conselheira, companheira, melhor amiga e namorada, Daniela Marques. Torna-se difícil, por vezes, conseguir exprimir através de palavras todo o apoio que nos é dado por alguém. Mas este parágrafo dedico-o inteiramente a ela, como forma de agradecimento por toda a motivação e força que me foi transmitindo ao longo deste percurso. Foi, é e será um pilar muito importante na minha vida.

Um muito obrigado e bem-haja a todos!

Resumo

Nos últimos anos, as emissões de gases com efeito de estufa no setor dos transportes na União Europeia, têm vindo a aumentar de forma constante. Neste setor, os veículos de recolha de resíduos urbanos contribuem significativamente para as emissões do sistema de tráfego urbano.

A aposta em veículos elétricos é uma solução potencial para a descarbonização, sendo já altamente disponível tanto para os veículos individuais, como para os veículos do setor público. Estes possuem vantagens que dificilmente serão ultrapassadas pelas possíveis desvantagens. No entanto, a disponibilidade de veículos de recolha de resíduos urbanos ainda é reduzida a nível global, apesar da sua contribuição significativa para as emissões a nível urbano. Quando se coloca a hipótese de adquirir um ou mais veículos movidos a eletricidade, predominam diversos fatores a ter em conta na decisão final do consumidor.

Posto isto, o presente estudo tem como objetivo estudar os fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português

Para atingir este objetivo, o presente estudo desenvolveu-se segundo o método quantitativo, cujos dados foram recolhidos através de inquéritos por questionário realizado a diversos intervenientes.

Por fim, e dividindo-se os fatores determinantes em motivações e barreiras, concluiu-se que as barreiras à aquisição de viaturas pesadas elétricas de recolha de resíduos urbanos são o preço, a operacionalidade (autonomia e tempo de carregamento) e o custo da substituição das baterias, sendo que o fator da operacionalidade estará fortemente relacionado com o desconhecimento e desconfiança na solução. As motivações são a adaptabilidade, os custos de manutenção e energia, e a contribuição social e ambiental de um veículo pesado elétrico.

Palavras-chave: Veículo Pesado Elétrico de Recolha de Resíduos Urbanos, Fatores Determinantes, Motivações, Barreiras, Aquisição

ABSTRACT

In recent years, greenhouse gas emissions in the transport sector in the European Union have been steadily increasing. In this sector, municipal waste collection vehicles contribute significantly to the emissions of the urban traffic system.

Electric vehicles are a potential solution for decarbonization and are already highly available for both individual and public sector vehicles. These have advantages that are unlikely to be outweighed by possible disadvantages. However, the availability of municipal waste collection vehicles is still low globally, despite their significant contribution to emissions at the urban level. When considering the purchase of one or more electric-powered vehicles, there are several predominant factors to take into account in the final consumer decision.

Considering the above, the present study aims to study the determinant factors in the acquisition of heavy electric vehicles for urban waste collection, in the Portuguese public sector.

To achieve this goal, this study was developed according to the quantitative method, whose data were collected through questionnaire surveys conducted to several stakeholders.

Finally, if we divide the determinant factors into motivations and barriers, it was concluded that the barriers to the acquisition of electric heavy-duty vehicles for urban waste collection are the price, operability (autonomy and charging time) and the cost of battery replacement, being that the operability factor is strongly related to the lack of knowledge and confidence in the solution. The motivations are adaptability, maintenance and energy costs, and the social and environmental contribution of a heavy electric vehicle.

Keywords: Heavy Electric Waste Collection Vehicle, Determinant Factors Motivations, Barriers, Acquisition

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| Agradecimentos | i |
| Abstract..... | iii |
| Índice | iv |
| Índice de Figuras | vi |
| Índice de Tabelas | vii |
| 1. Introdução..... | 8 |
| 2. Revisão de Literatura..... | 10 |
| 2.1. As alterações climáticas | 10 |
| 2.1.1. O Acordo de Paris | 12 |
| 2.2. O Setor dos Transportes..... | 13 |
| 2.2.1. Emissões de Gases com efeito de estufa no setor dos transportes | 13 |
| 2.3. A Viatura Elétrica | 15 |
| 2.3.1. <i>Veículos Elétricos em Portugal e respetivas políticas de incentivo à aquisição</i> | 17 |
| 2.3.2. <i>O Camião Elétrico</i> | 18 |
| 3. Questões de Investigação..... | 22 |
| 4. Metodologia de Investigação..... | 22 |
| 4.1. Justificação e tipo de estudo | 22 |
| 4.2. Recolha e tratamento de dados | 23 |
| 4.3. Estrutura do questionário | 24 |
| 5. Estudo de Caso: Setor Público..... | 24 |
| 6. Análise e Discussão de Resultados..... | 25 |
| 6.1. Quais os fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português? | 25 |
| 6.1.1. Caracterização dos Inquiridos | 25 |

| | | |
|--------|--|----|
| 6.1.2. | Preço..... | 26 |
| 6.1.3. | Autonomia..... | 28 |
| 6.1.4. | Adaptabilidade | 30 |
| 6.1.5. | Intenção de Compra | 30 |
| 6.1.6. | Incentivos de Compra..... | 31 |
| 6.1.7. | Custos Operacionais | 32 |
| 6.1.8. | Contribuição de um veículo pesado elétrico | 32 |
| 7. | Conclusões do Estudo | 33 |
| 7.1. | Limitações da Pesquisa..... | 36 |
| 7.2. | Propostas para trabalhos futuros..... | 36 |
| | Referências Bibliográficas..... | 38 |
| | Anexos | 43 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Objectivos, tendências e projecções das emissões de gases com efeito de estufa na UE, 1990-2050 (EEA, 2021b)..... | 11 |
| Figura 2. Emissões de gases com efeito de estufa provenientes dos transportes na UE, por modo e cenário de transporte (EEA, 2021)..... | 13 |
| Figura 3. Emissões de Gases Efeito de Estufa por veículos (Moultak, Lutsey, e Hall, 2017)..... | 15 |
| Figura 4. Emissões de CO ₂ considerando todo o ciclo de vida do veículo, em comparação com várias tecnologias de combustíveis alternativos (Alexander, Gurr e Greenwood, 2011)..... | 16 |
| Figura 5. Custos associados aos Camiões Elétricos (Earl et al, 2018)..... | 20 |
| Figura 6. Emissões de Gases com efeito de estufa no ciclo de vida dos camiões (Sen, Ercan, e Tatari, 2017)..... | 21 |
| Figura 7. Gráfico relativo ao Preço..... | 53 |
| Figura 8. Média de quilómetros que os atuais veículos pesados de recolha de resíduos urbanos, a combustão, fazem por dia..... | 53 |
| Figura 9. Gráfico relativo à Autonomia..... | 54 |
| Figura 10. Gráfico relativo à Adaptabilidade..... | 54 |
| Figura 11. Intenção de Compra num futuro próximo..... | 55 |
| Figura 12. Intenção de compra de um veículo pesado elétrico, face a um veículo pesado tradicional..... | 55 |
| Figura 13. Incentivos de compra existentes, na aquisição de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos..... | 56 |
| Figura 14. Custos operacionais de um veículo pesado elétrico, face a um veículo pesado tradicional..... | 56 |
| Figura 15. Contribuição de um veículo pesado elétrico, face a um veículo pesado tradicional..... | 57 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Caracterização dos Inquiridos - Género..... | 57 |
| Tabela 2. Caracterização dos Inquiridos – Faixa Etária | 57 |
| Tabela 3. Funções desempenhadas pelos Inquiridos | 57 |
| Tabela 4. Região dos inquiridos, a nível Geográfico..... | 57 |
| Tabela 5. Média de quilómetros que os atuais veículos pesados de recolha de resíduos urbanos, a combustão, fazem por dia, de acordo com as suas geografias. | 58 |
| Tabela 6. Mínimo de autonomia em operação, por Geografia, em quilómetros, necessária para os inquiridos considerarem a aquisição de um veículo pesado elétrico | 58 |
| Tabela 7. Tempo aceitável, pelos inquiridos, para que a bateria do veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos fique com carga suficiente para a realização do turno seguinte | 58 |
| Tabela 8. Recetividade à aquisição de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos num futuro próximo..... | 58 |

1. INTRODUÇÃO

As emissões de gases com efeito de estufa no setor dos transportes na União Europeia, tem vindo a aumentar de forma constante, sendo esta uma tendência que diverge significativamente das de outros setores durante o mesmo período temporal. Este setor é um dos maiores contribuidores para as emissões de CO₂ (EEA, 2021).

Uma das razões principais para a poluição ambiental, consiste no aumento da posse e utilização de automóveis. Desta forma, e numa tentativa de contrariar essa tendência, a União Europeia tem vindo a impor limites às emissões dos novos veículos, o que tem representado um decréscimo de 40% em relação ao ano de 2007 (ICCT, 2016).

Dentro do setor dos transportes, e apesar da sua pequena quantidade a nível global em comparação com os veículos de passageiros, os veículos de recolha de resíduos urbanos contribuem significativamente para as emissões do sistema de tráfego urbano (Göhlich e Gräbener, 2016). Uma das soluções para a presente questão ambiental, consiste na substituição de veículos tradicionais por veículos de energia nova, oferecendo uma potencial redução das emissões poluentes.

Assim, e para se poderem atingir as metas propostas para 2050 de zero emissões, os veículos elétricos são considerados a melhor solução, o que permitiria ao setor dos transportes diminuir drasticamente as suas emissões. De acordo com a Comissão Europeia a “eletrificação dos transportes é importante para quebrar a dependência do petróleo e descarbonizar o setor” existindo a necessidade de “acelerar a eletrificação do seu parque automóvel e dos outros meios de transporte” (Comissão Europeia, 2015) de modo a ser possível cumprir todos os objetivos propostos pela União Europeia.

Com a presente evolução tecnológica, os veículos elétricos são vistos como uma solução amiga do ambiente e que, em fase de utilização, são bastante económicos. Uma adoção em larga escala de veículos elétricos, pode reduzir as emissões dos transportes, os riscos de saúde locais relacionados, abrandar o aquecimento global e promover a utilização de energias renováveis (Egbue e Long, 2012).

Os veículos elétricos possuem vantagens que dificilmente serão ultrapassadas pelas possíveis desvantagens que possam surgir. No entanto, quando se coloca a hipótese de adquirir um ou mais veículos movidos a eletricidade, predominam diversos fatores a ter

em conta na decisão final do consumidor, tais como: custo de aquisição, custo da eletricidade, tempo de vida da bateria, entre outros.

No campo da recolha de resíduos urbanos, os pontos mencionados acima são ainda mais críticos. Este assunto é, atualmente, escassamente discutido na comunidade científica. Desta forma, o presente estudo tem como principal objetivo a investigação das relações entre a viabilidade económica da introdução no setor público de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, bem como a disposição do consumidor final para realizar esta aquisição. Ao fazê-lo, pretendemos responder à seguinte questão:

1. Quais os fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português?

Quanto à estrutura do presente trabalho, esta é constituída por seis capítulos.

No primeiro, a Introdução, é explicado qual o objetivo do presente estudo e que conceitos principais serão alvo de estudo. O segundo capítulo corresponde à Revisão de Literatura, no qual se partilhará a informação fundamentada acerca dos seguintes subtítulos: As alterações climáticas; O acordo de Paris; O setor dos transportes; Emissões de Gases com efeitos de estufa no setor dos transportes; A viatura elétrica; Veículos Elétricos em Portugal e respetivas políticas de incentivo à aquisição; e, por fim, O camião elétrico.

O terceiro capítulo diz respeito à formulação das questões de investigação. Quanto ao quarto capítulo, será justificada e descrita a metodologia adotada. O quinto capítulo consiste na análise do estudo de caso. O sexto capítulo é referente à análise e discussão resultados. Por fim, o sétimo capítulo descreve as principais conclusões e recomendações do presente estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *As alterações climáticas*

As alterações climáticas têm sido o centro de discussão política nos últimos tempos. No centro da discussão estão as emissões de CO₂, pois tem sido o gás com maior impacto no aquecimento global, trazendo profundas complicações para a população e planeta.

A temperatura média anual da superfície na Europa tem vindo a aumentar a um ritmo mais rápido do que a da temperatura média global. Os maiores aumentos de temperatura ocorreram no Sul da Europa no Verão e na região do Ártico no Inverno (EEA, 2020).

Ao mesmo tempo, a precipitação encontra-se a diminuir no sul da Europa e a aumentar no Norte, embora com variações sazonais significativas. Porém, os aumentos previstos na intensidade e frequência das ondas de calor e inundações, podem afetar negativamente a saúde humana (EEA, 2020).

Quando queimamos combustíveis fósseis, libertamos gases que criam um efeito de estufa na atmosfera, alterando o clima do nosso planeta. Como resultado, estamos perante alterações climáticas, como por exemplo, mudanças nos padrões de neve e chuva, aumento das temperaturas e outros eventos climáticos extremos, tais como ondas de calor e inundações (EEA, 2021b).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, através de um estudo realizado recentemente, a poluição atmosférica é atualmente responsável pela morte de, aproximadamente, 8,79 milhões de pessoas todos os anos, um valor superior às milhões de mortes causadas pelo tabagismo (Burnett et al., 2018).

Perante a evidência das fortes consequências das alterações climáticas, e de modo a fazer face à crise climática que atualmente se vive, a União Europeia e diversos outros países implementaram diversas políticas e medidas, bem como um aumento na utilização de energias renováveis, uma mudança do carvão para o gás para a produção de energia, melhorias na eficiência energética e mudanças estruturais nas economias, de modo a reduzir as emissões de gases com efeito de estufa progressivamente, até 2050 (Comissão Europeia, 2019).

Além de todas essas novas políticas e medidas implementadas, praticamente todos os países a nível mundial reconheceram a urgência e a necessidade de se proceder à

descarbonização das suas economias, e em função desse reconhecimento, foi assinado, a 12 de dezembro de 2015, o Acordo de Paris.

As emissões de Gases de Efeito de Estufa têm, assim, diminuído nos últimos anos, tendo atingido um valor 24% abaixo dos níveis de 1990 e uma estimativa de que chegue a 31% em 2020 (EEA, 2021b), tal como é possível verificar na **figura 1**.

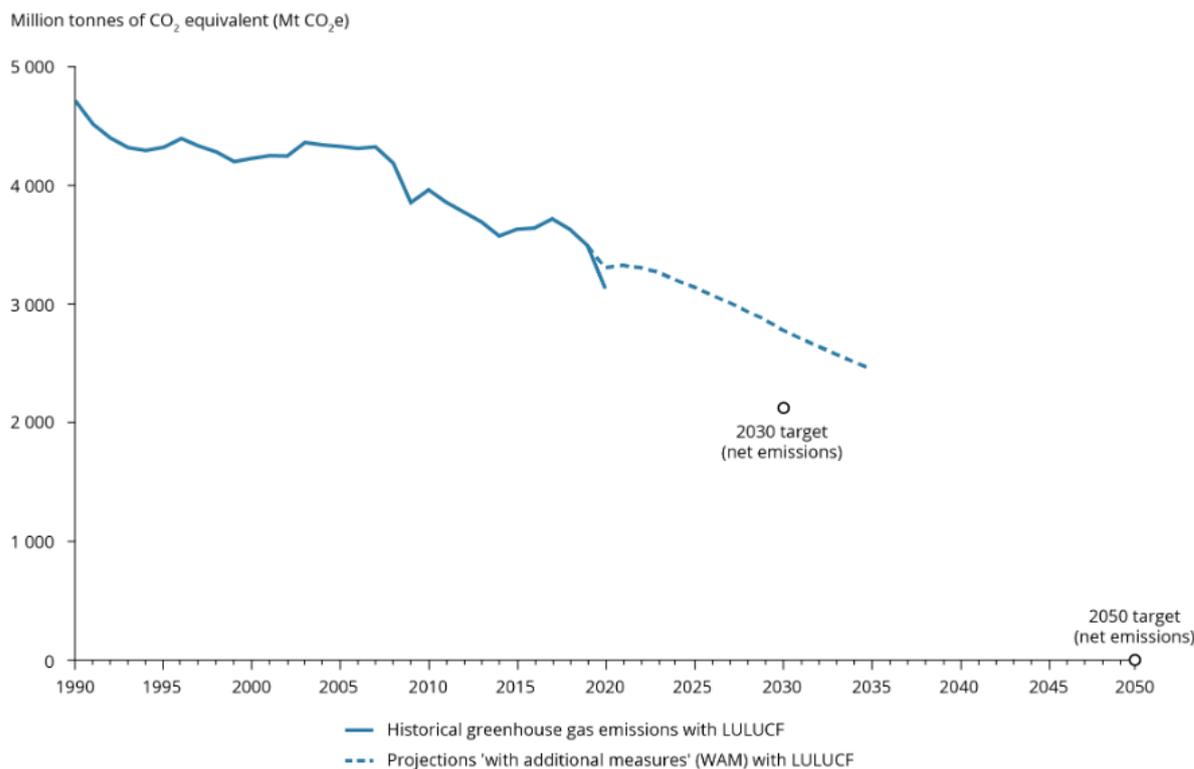


Figura 1. Objectivos, tendências e projecções das emissões de gases com efeito de estufa na UE, 1990-2050 (EEA, 2021b)

Para atingir os objetivos estipulados, será necessária uma transformação profunda em todos os setores. Quanto ao setor em estudo, o setor dos transportes, o objetivo será uma redução de 42% até 2030 em relação a 1990 (Plan, 2016).

Para além da ação climática, a necessidade de encontrar soluções alternativas para o setor dos transportes é particularmente notável nas áreas urbanas, devido aos efeitos nocivos da poluição atmosférica e do ruído existente (WHO, 2013).

2.1.1. O Acordo de Paris

A assinatura do Acordo de Paris representou um assinalável passo em frente na luta contra as alterações climáticas. Pela primeira vez, a quase totalidade das nações do mundo assumiu a necessidade de proceder à descarbonização das respetivas economias; e comprometeu-se a agir, imediata e intensamente, para travar o aquecimento global. Com metas precisas, entre as quais esta, fundamental: que o aumento da temperatura média global fosse bem inferior a 2.°C, por comparação com os níveis pré-industriais, e, mais precisamente, que fosse limitado a 1,5° C, num esforço para reduzir significativamente os riscos e impactos das alterações climáticas (República Portuguesa, 2020).

O Acordo de Paris exige que as Partes (nações envolvidas) envidem os seus melhores esforços de mitigação através de Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) e que reforcem progressivamente esses esforços, a cada nova submissão das suas Contribuições Nacionalmente Determinadas. Para tal, todas as Partes prestam informação regular sobre as suas emissões e sobre os seus esforços de implementação e, a cada 5 anos, é feito um balanço global para avaliar o progresso realizado. A União Europeia e os seus 27 Estados-Membros, onde se inclui Portugal, partilham as Contribuições Nacionalmente Determinadas (República Portuguesa, 2020)

De acordo com a Agência Europeia da Ambiente (European Environment Agency, 2020), os objetivos definidos pela União Europeia até 2030 são os seguintes: (i) Redução de, pelo menos, 40% das emissões de Gases de efeito estufa, face aos valores de 1990; (ii) Aumento para, pelo menos, 32% da utilização de energia através de fontes renováveis; (iii) Aumento de, pelo menos, 32,5% de eficiência energética, face a valores de 2007;

Até ao momento, a União Europeia cumpriu a sua meta de redução de Gases de Efeito de Estufa para 2020. No entanto, serão necessários níveis mais elevados de energias renováveis e melhorias na eficiência energética para que se atinja a meta de 2030 e, mais ainda, para se tornar neutra para o clima até 2050 (EEA, 2021b).

2.2.O Setor dos Transportes

2.2.1. Emissões de Gases com efeito de estufa no setor dos transportes

A rede de transporte rodoviário de carga é um facilitador fundamental da atividade económica global, ao mesmo tempo que é um consumidor central de combustíveis fósseis, o que representa um desafio para a concretização de um futuro de baixo carbono (Mulholland, Teter, Cazzola, McDonald, e Gallachóir, 2018). A nível global, o setor dos Transportes, consiste na segunda maior fonte de emissões na União Europeia (EEA, 2021b).

Em Portugal, o setor dos transportes é um dos principais emissores nacionais de gases com efeitos de estufa, representando cerca de 25% das emissões, sendo o setor com maior crescimento de emissões nas últimas décadas.

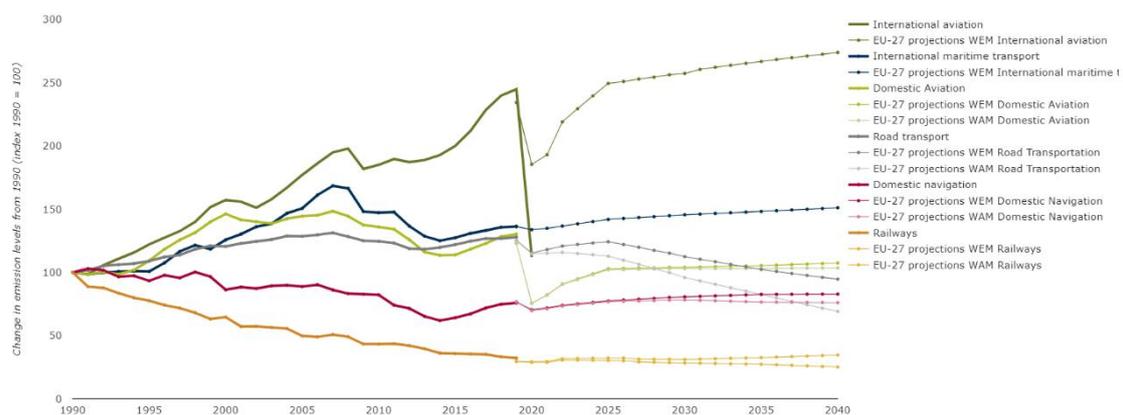


Figura 2. Emissões de gases com efeito de estufa provenientes dos transportes na UE, por modo e cenário de transporte (EEA, 2021).

Apesar de nos últimos anos se terem verificado algumas melhorias na eficiência do consumo de combustível, estas emissões ainda estão a aumentar, tal como se verifica na figura 2. As emissões geradas pelo setor dos transportes estão a aumentar rapidamente e representaram, em 2015, cerca de 18% do total das emissões de CO₂ causadas pelo ser humano, podendo estas mesmas emissões aumentar 60% até 2050. (ITF, 2017)

Este setor inclui o transporte rodoviário, ferroviário, marítimo e aviação (apenas nas suas componentes nacionais), podendo distinguir-se entre transporte de passageiros e

transporte de mercadorias. Em Portugal, o subsector rodoviário representa 96% das emissões dos transportes, sendo a ferrovia, a aviação e a navegação nacionais responsáveis por apenas 4% das emissões. (Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050, 2019).

Sem a implementação de medidas adicionais, poderia ser observado um aumento até 2025, e a redução esperada a partir daí ainda deixaria as emissões dos transportes em 2030 cerca de 10% acima dos níveis de 1990. Se os Estados-Membros implementarem as medidas adicionais planeadas para reduzir as emissões dos transportes, estas atingirão o seu pico em 2022 e serão reduzidas a partir daí. As emissões em 2030 atingiriam então um nível 6% abaixo dos níveis de 1990 (EEA, 2021).

A maioria das políticas e medidas planeadas no sector dos transportes concentra-se na promoção de combustíveis com baixo teor de carbono ou carros elétricos, bem como no incentivo a uma transferência modal para os transportes públicos (EEA, 2021). A 20 de Junho de 2019, o Parlamento Europeu e o Conselho adotaram o Regulamento (UE) 2019/1242 que estabelece normas de emissão de CO₂ para veículos pesados, com objetivos de redução das emissões médias dos camiões novos para 2025 e 2030 (Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050, 2019).

Para alcançar uma União Europeia neutra para o clima até 2050 e o objetivo intermédio de pelo menos 55% de redução líquida das emissões de gases com efeito de estufa até 2030, está a ser preparada uma revisão do Regulamento como parte do pacote "Apto para 55%".

Desta forma, e visto que a maioria das medidas existentes e planeadas pelos estados-membros se concentra no sector dos transportes rodoviários, prevê-se que o presente valor diminua à medida que o transporte rodoviário descarbonize. (EEA, 2021).

De forma a existir uma melhor perceção do impacto que os camiões têm na emissão de Gases Efeito de Estufa, atente-se na seguinte figura. Esta demonstra que, apesar de representarem apenas 9% do stock global de veículos em todo o mundo, os camiões são responsáveis por 39% das emissões de gases com efeito de estufa (Moultak, Lutsey, e Hall, 2017).

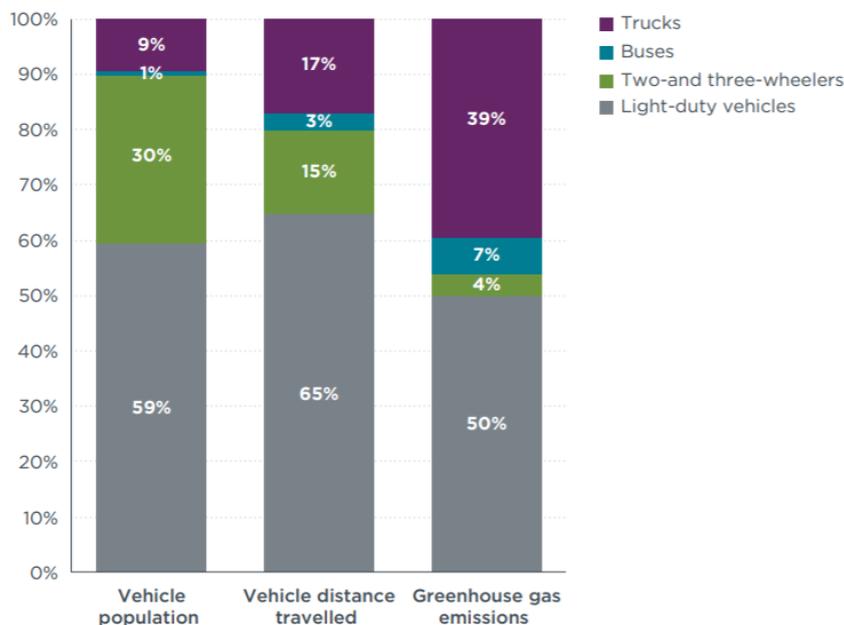


Figura 3. Emissões de Gases Efeito de Estufa por veículos (Moultak, Lutsey, e Hall, 2017).

Conclui-se, assim, que o transporte rodoviário é responsável por grande parte dos Gases de Efeito de Estufa gerados pelo setor dos transportes e que se torna imperativo diminuir as emissões deste setor de forma a conseguir cumprir com as metas propostas e apresentadas ao abrigo do Acordo de Paris.

A incerteza é uma característica que define o atual clima económico e isto limita a capacidade de fazer projeções robustas. Ainda assim, pode afirmar-se com alguma confiança que, globalmente, a procura de mobilidade irá continuar a crescer ao longo das próximas três décadas (ITF, 2019).

2.3. A Viatura Elétrica

No mercado atual, os veículos de combustível alternativo podem ser divididos em diferentes categorias. No entanto, estes são, principalmente: veículos híbridos e veículos elétricos a bateria.

Os veículos híbridos, funcionam com uma combinação de motores de combustão interna e elétricos e são, portanto, mais limpos e eficientes em comparação com os veículos convencionais a combustão. Quanto aos veículos elétricos, estes apresentam uma

tecnologia totalmente limpa, uma vez que não possuem qualquer forma de motor a combustão (Schuitema et al., 2013).

A IEA (2017) indicou que, com base nos cálculos do ciclo de combustível dos veículos, os veículos de passageiros elétricos na Europa, em 2015, emitiram 50% menos dióxido de carbono do que os veículos a gasolina, e 40% menos de dióxido de carbono que os veículos a gásóleo.

Apesar de, em operação, emitirem menos gases com efeito de estufa, a produção das viaturas elétricas e das respetivas baterias têm surgido como preocupação crescente por parte do público. Contudo, de acordo com os diversos estudos já realizados acerca deste tema, os veículos elétricos apresentam sempre um ganho (entenda-se, redução) nas emissões de CO₂ mesmo considerando o ciclo de vida das viaturas, tal como é possível verificar na **figura 4**.

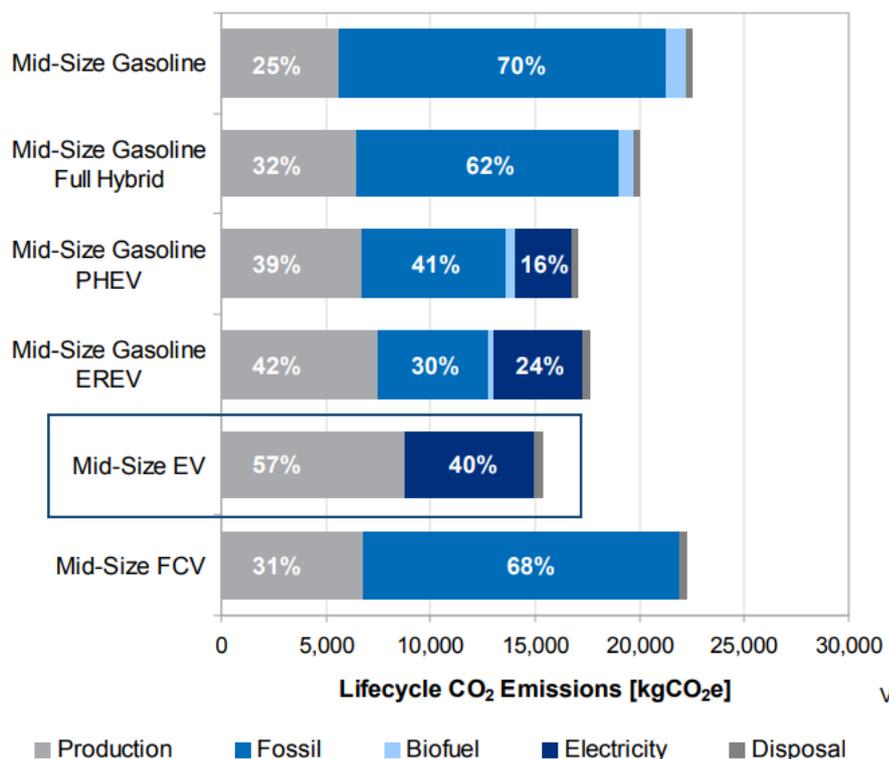


Figura 4. Emissões de CO₂ considerando todo o ciclo de vida do veículo, em comparação com várias tecnologias de combustíveis alternativos (Alexander, Gurr e Greenwood, 2011)

Considerando o ciclo de vida completo dos veículos (fabrico, utilização e desmantelamento), sob a atual estrutura europeia de produção de eletricidade, veículos puramente elétricos podem reduzir as emissões de gases com efeitos de estufa em cerca de 30% em comparação com os veículos com motor de combustão (Ellingsen, Singh, e Strømman, 2016).

Em suma, atualmente os veículos elétricos são a opção mais viável e, a nível económico, a mais bem-sucedida de forma a reduzir os gases de efeito de estufa, a poluição atmosférica e o ruído dos veículos (Brady e O'Mahony, 2011)

2.3.1. Veículos Elétricos em Portugal e respetivas políticas de incentivo à aquisição

De acordo com a resolução do Conselho de Ministros nº 56/2015 de 30 de julho da Presidência do Conselho de Ministros, o governo tem vindo a definir diversos instrumentos que visam a redução das emissões de gases de estufa, onde se inclui a introdução e incentivo à mobilidade elétrica.

Portugal, à semelhança dos diversos países europeus, tem vindo a definir e implementar estratégias de incentivo à aquisição de veículos de tecnologia limpa, com vista a reduzir as emissões de Gases de Efeito de Estufa. Por consequência, o número de veículos elétricos ligeiros de passageiros tem vindo a crescer em Portugal, de forma expressiva nos últimos anos. Em relação a 2019, os veículos elétricos registaram um crescimento de 55,3%, ao contrário dos veículos movidos a combustíveis fósseis que tiveram uma queda de 40,6%. Os números representam uma quota de mercado (de vendas em 2020) dos veículos elétricos de 13,6% (Sánchez, 2021).

No ano de 2020, o sucesso da introdução dos veículos elétricos em Portugal esteve bastante alicerçado nos incentivos e benefícios fiscais que foram concedidos pelo Estado: (i) Incentivo à aquisição de um automóvel elétrico (2.250€ para empresas e 3.000€ para os particulares); (ii) Incentivo à aquisição de uma mota elétrica (20% do valor, máximo de 400€); (iii) Incentivo à aquisição de uma bicicleta elétrica (250€); (iv) Isenção do Imposto Sobre Veículos (ISV); (v) Isenção do Imposto Único de Circulação (IUC); (vi) Dedução do IVA para as empresas; (vii) Isenção de Tributação Autónoma em sede de IRC; (viii) Estacionamento gratuito em várias cidades do país (Sánchez, 2021). No

entanto, importa referir que os incentivos e benefícios fiscais elencados anteriormente, não fazem qualquer referência a veículos pesados.

Todas as alavancas políticas terão de ser utilizadas para fornecer soluções de transporte que satisfaçam a crescente procura de mobilidade de formas sustentáveis. Estas devem visar evitar a procura desnecessária de transportes, a mobilidade pender para opções de transporte sustentáveis e melhorar a eficiência dos transportes. Muitas políticas atuais concentram-se no transporte urbano, e com algum sucesso. Precisam agora também de abordar as ainda crescentes emissões nos transportes não urbanos e internacionais (ITF, 2019).

Em suma, a mobilidade elétrica é já, em Portugal, vista como uma solução aceite e devidamente implementada. Resta apenas saber qual será o rumo que o setor dos transportes de mercadorias terá, sabendo-se de antemão tratar-se de um dos setores mais poluentes.

2.3.2. O Camião Elétrico

A eletrificação para o setor dos transportes, é uma abordagem promissora para atingir os objetivos climáticos e reduzir de forma simultânea a poluição.

Apesar da sua pequena quantidade a nível global, em comparação com os veículos de passageiros, os veículos de recolha de resíduos urbanos contribuem significativamente para as emissões do sistema de tráfego urbano (Göhlich e Gräbener, 2016). Ao investir na eletrificação destes veículos, é possível oferecer uma potencial redução das emissões poluentes.

Um estudo acerca da contribuição dos camiões elétricos para a descarbonização, afirma que, se a tecnologia, a economia e as políticas forem as corretas, é possível descarbonizar o sector de carga terrestre, desde que a rede elétrica seja descarbonizada, e uma vez implementadas todas as medidas mais simples e de maior impacto: (i) Aumento da eficiência energética dos camiões; (ii) Aumento da quota de utilização dos caminhos de ferro; (iii) Aumento da eficácia do setor logístico (Transport and environment, 2017).

Estas medidas “simples”, traduzem-se numa diminuição de 36% das emissões de CO₂. Tais medidas são necessárias, mas não - por si só - suficientes para satisfazer as exigências

do Acordo de Paris. A chave para a descarbonização do transporte de mercadorias é a eletricidade renovável, sendo que a questão principal é como conseguir que esta eletricidade alimente os veículos.

Fabricantes Europeus, como Volvo, Daimler e MAN planeiam implementar num futuro próximo, Veículos Urbanos elétricos, de recolha de resíduos urbanos. Ainda existe alguma falta de clareza sobre se os presentes veículos se adequam às reais condições de trabalho que realizam atualmente os veículos a combustão, principalmente em termos de autonomia, carregamento, tecnologia associada, entre outros aspetos.

Sendo uma tecnologia relativamente recente, e não estando tão difundida como a tecnologia que representa a larga maioria das viaturas em todo o mundo, a linha motriz elétrica apresenta diversas barreiras à sua total aceitação, e levanta dúvidas aos potenciais clientes.

Para além da viabilidade técnica, torna-se também necessário estudar diversos outros pontos. O elevado preço de compra e a disponibilidade de postos de abastecimento público surgem como as barreiras mais substantivas à adoção de veículos elétricos, enquanto outras barreiras significativas incluem: o tempo necessário para compensar o preço de compra mais elevado através da poupança de combustível e impostos, e a incerteza sobre os valores de revenda; o desempenho da bateria, o tempo necessário para carregar um veículo elétrico, e a disponibilidade de uma infraestrutura mais ampla a jusante para manutenção, serviço e reparação (Berkeley, Jarvis, Jones, 2018).

No entanto, os benefícios económicos, benefícios ambientais, bem como os riscos percebidos estão correlacionados entre si. Estas perceções podem explicar e prever atitudes em relação à intenção de compra de veículos elétricos, desempenhando assim papéis principais na influência da adoção de veículos elétricos. Entre eles, os benefícios ambientais percebidos tornam-se um fator não negligenciável que pode ajudar a sustentar a adoção de veículos elétricos na era pós-incentivos, ao criar atitudes positivas dos consumidores em relação à compra dos mesmos (Zhang, Bai, e Shang, 2018).

Um estudo realizado por Anderhofstadt e Spinler (2020) a funcionários de empresas de transportes na Alemanha, revelou que a autonomia é o atributo mais importante de seis apresentados: Nível de automatismo da condução, autonomia, tempo de reabastecimento, custos operacionais, preço de compra, emissões do depósito à roda.

A importância deste atributo (autonomia) vem revelar uma das fragilidades dos camiões elétricos, dada a sua limitação para percorrer muitos quilómetros sem recarregar as baterias. O mesmo estudo concluiu ainda que camiões que reduzam as emissões do depósito à roda em 100% são preferidos em relação aos que reduzem 25% ou 50%, mas este atributo, quando comparado com os outros, é o que menos relevância tem (Anderhofstadt e Spinler, 2020), o que nos leva a concluir que, para um motorista, a preferência recai sobre o que melhor satisfaz as suas necessidades em termos de eficiência operacional.

De acordo com Earl, Mahieu, Cornelis, Kenny, Ambel e Nix (2018), o sucesso dos camiões elétricos a bateria na União Europeia é tecnicamente viável, devido a melhorias na densidade das baterias, à eficiência dos motores elétricos, e melhorias na aerodinâmica e na resistência do rolamento dos pneus.

Earl et al (2018) defendem ainda que o custo total de um camião elétrico é inferior ao de um camião com motor de combustão interna, tal como é possível verificar na figura 5, e que os resultados mostram que a maior sensibilidade à competitividade do custo é o preço da eletricidade e, em menor medida, o desconto da tarifa rodoviária que pode ser aplicado aos camiões de emissões zero nas autoestradas.

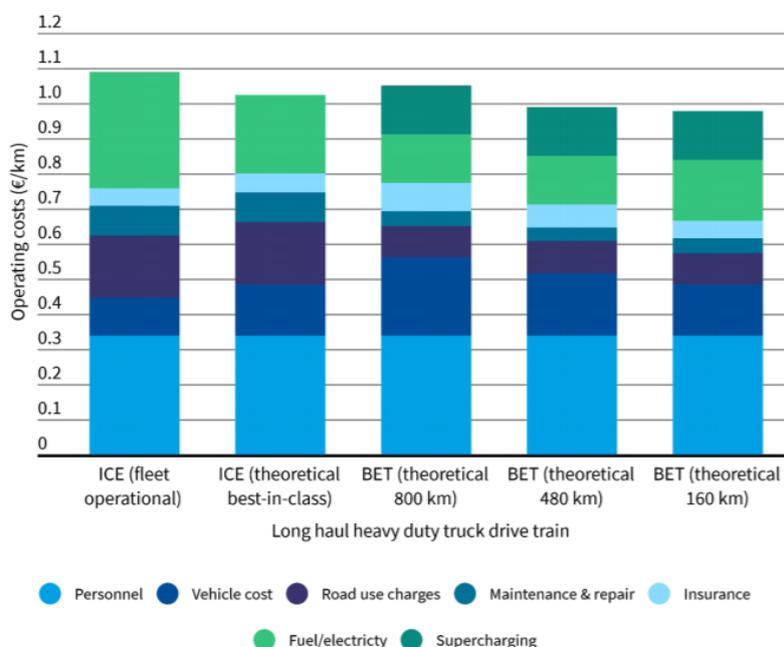


Figura 5. Custos associados aos Camiões Elétricos (Earl et al, 2018)

Para Chediak (2017), atualmente, os custos iniciais dos camiões elétricos – custo de aquisição – são, tipicamente, bem mais elevados que os seus equivalentes com motor de combustão interna Diesel.

No entanto, é expectável que os preços das baterias diminuam, apesar do avanço da tecnologia e consequentes melhorias na qualidade das mesmas. Assim, com o decréscimo do preço das baterias virá o decréscimo do preço dos camiões elétricos. Este decréscimo de preço associado ao presumível aumento dos custos dos motores de combustão interna ao longo do tempo – de forma a satisfazer o aumento da eficiência e regulamentos de pós-tratamento de gases de escape (para cumprimento das cada vez mais apertadas normas de emissões) –, torna os camiões elétricos mais competitivos a longo prazo (Den Boer, Aarnink, Kleiner e Pagenkopf, 2013).

No que aos custos de manutenção e reparação associados aos camiões elétricos diz respeito, estes são consideravelmente inferiores aos custos associados aos camiões com motores de combustão interna.

Num estudo desenvolvido por Kleiner e Friedrich (2017), para camiões com peso bruto de conjunto de 40 toneladas, os custos de manutenção e reparação são 33% inferiores e, para camiões com peso bruto de 12 toneladas (rígidos), os custos de manutenção e reparação são 46% inferiores.

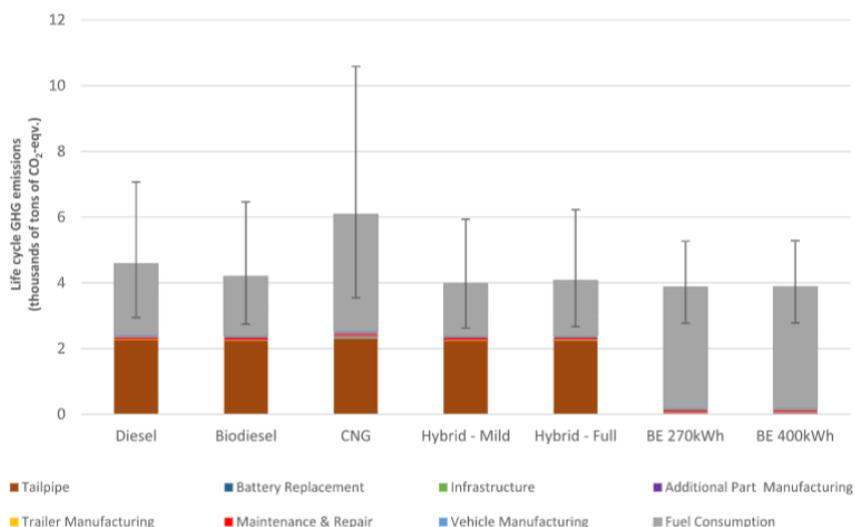


Figura 6. Emissões de Gases com efeito de estufa no ciclo de vida dos camiões (Sen, Ercan, e Tatari, 2017).

Outro estudo, realizado nos Estados Unidos, concluiu que as emissões de Gases de Efeito de Estufa, durante o ciclo de vida de um camião, são menores nos camiões elétricos quando comparados com outras soluções existentes no mercado (Diesel, Gás Natural), como se pode validar na figura 6 (Sen, Ercan, e Tatari, 2017).

Em suma, a eletrificação nos camiões de recolha de resíduos urbanos em áreas urbanas, é tecnicamente viável com base na análise da tecnologia atual e estudos analisados anteriormente.

3. QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO

Através da Revisão de Literatura, foi possível compreender que, para ser possível atingir os objetivos delineados pela União Europeia, torna-se essencial a compreensão dos desejos e objetivos do consumidor quanto à aquisição de veículos pesados elétricos no setor público, bem como os incentivos e benefícios existentes, de forma a estudar as motivações e barreiras no presente setor.

Face ao exposto, formulou-se a seguinte questão de investigação à qual se tentará responder através do desenvolvimento deste trabalho:

1. Quais os fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português?

4. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

4.1. Justificação e tipo de estudo

A metodologia adotada no desenvolvimento do presente estudo, foi um método de pesquisa do tipo quantitativo, recorrendo à análise de conteúdo de inquéritos por questionário realizado a diversos intervenientes.

Uma pesquisa de metodologia quantitativa apresenta as seguintes características: (i) o pesquisador interage com o objeto de estudo de forma neutral e objetiva; (ii) crenças e valores pessoais não são considerados fontes de influência no processo de investigação científico e, por fim, (iii) os dados recolhidos são analisados através de uma linguagem

matemática (análises estatísticas) para fazer a correlação da realidade empírica com a teoria em que se baseia o estudo (Günther, 2006).

Neste tipo de pesquisa, as conclusões e os eventuais achados são encontrados por métodos ou procedimentos estatísticos ou quantitativos em geral (Nevado, 2009).

O inquérito por questionário permite auscultar um número significativo de sujeitos face a um determinado fenómeno social pela possibilidade de quantificar os dados obtidos e de se proceder a inferências e a generalizações (Moreira, Sá e Costa, 2021). Este consiste num instrumento de investigação que visa recolher informações baseando-se geralmente, na inquirição de um grupo representativo da população em estudo (Baptista e Sousa, 2011).

Esta metodologia foi, assim, escolhida por se considerar a mais adequada à natureza e à complexidade da problemática em questão, permitindo a compreensão dos fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português. A utilização do método quantitativo com recurso a análise de conteúdo de inquéritos por questionário, foi baseado num estudo exploratório com questões criadas com base nos problemas a serem investigados. Importa salientar que este tipo de estudo se deve ao facto de, atualmente, não existirem ainda trabalhos científicos acerca do tema em estudo, faltando informação para a sua compreensão completa. Dessa forma, tornou-se necessário desenvolver questões mais direcionadas à problemática em questão.

4.2.Recolha e tratamento de dados

Como estratégia de investigação, foram realizados diversos questionários a distintas entidades públicas de recolha de resíduos urbanos a nível nacional, sendo estas Câmaras Municipais, Associações Intermunicipais e Serviços Municipalizados. Os inquiridos (Encarregados, Técnicos Superiores e Executivos de Câmara) desempenham funções nas respetivas entidades públicas e estão envolvidos na decisão da aquisição de viaturas desta tipologia (recolha de resíduos). Hierarquicamente, os encarregados estão dependentes dos técnicos superiores, e estes dependentes dos colaboradores pertencentes ao executivo de Câmara.

O tratamento da informação foi de carácter quantitativo na análise de conteúdo de inquéritos por questionário realizado a diversos intervenientes.

4.3. Estrutura do questionário

Foram efetuados 36 inquéritos por questionário. Este é constituído por 21 perguntas de resposta fechada. Inicia com duas perguntas generalistas e que procuram enquadrar as restantes perguntas: a primeira sobre qual a função ocupada na empresa onde trabalha, a segunda sobre a região onde se situa. De seguida, iniciam as perguntas mais específicas e relacionadas com o tema que se pretende analisar (Anexo I).

5. ESTUDO DE CASO: SETOR PÚBLICO

De acordo com a Lei n.º 88-A/97, é vedado a empresas privadas e a outras entidades da mesma natureza o acesso às seguintes atividades económicas, salvo quando concessionadas: a) Captação, tratamento e distribuição de água para consumo público, recolha, tratamento e rejeição de águas residuais urbanas, em ambos os casos através de redes fixas, e recolha e tratamento de resíduos sólidos urbanos, no caso dos sistemas multimunicipais e municipais.

Os resíduos urbanos são definidos como: (i) os resíduos de recolha indiferenciada e de recolha seletiva das habitações, incluindo papel e cartão, vidro, metais, plásticos, biorresíduos, madeira, têxteis, embalagens, resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos, resíduos de pilhas e acumuladores, bem como resíduos volumosos, incluindo colchões e mobiliário; (ii) de recolha indiferenciada e de recolha seletiva provenientes de outras origens, caso sejam semelhantes aos resíduos das habitações na sua natureza e composição (Agência Portuguesa do Ambiente, 2021).

Uma vez que a recolha e tratamento dos resíduos sólidos urbanos é da responsabilidade dos sistemas multimunicipais e municipais (salvo concessão), torna-se particularmente interessante que o estudo de caso seja realizado apenas a entidades públicas. Mesmo em caso de concessão, a recolha de resíduos sólidos urbanos será efetuada por viaturas cujas características são definidas pelos sistemas multimunicipais e municipais. Assim, conhecendo-se as motivações e barreiras do setor público para a

aquisição de viaturas pesadas elétricas de recolha de resíduos urbanos, ajudará a perceber de que forma poderão as viaturas pesadas elétricas vingar no setor dos resíduos urbanos, e quais as preocupações e exigências a que os fabricantes terão de responder.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Toma-se para análise 36 entidades públicas a nível nacional, sendo estas Câmaras Municipais, Associações Intermunicipais e Serviços Municipalizados, que responderam ao questionário de resposta fechada, enviado via *Microsoft Forms*. Todos os inquiridos desempenham papéis fundamentais nestas entidades públicas, como: Encarregados, Técnicos Superiores e Executivos de Câmara.

O questionário visava que as respostas refletissem os fatores determinantes, destas instituições, para a aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos.

Todos os valores percentuais apresentados foram obtidos com base nos dados recolhidos e registados em tabelas e figuras devidamente assinaladas.

6.1. Quais os fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português?

Após uma análise detalhada dos inquéritos realizados a 36 entidades públicas a nível nacional, cada variável será analisada de forma isolada das outras, antes de serem cruzadas entre si.

6.1.1. Caracterização dos Inquiridos

Com as nove primeiras questões, pretendia-se obter uma visão alargada dos profissionais que responderam ao inquérito, bem como o seu conhecimento e interesse acerca de veículos elétricos.

Analisando primeiramente os dados respeitantes à caracterização dos inquiridos, sendo eles Género (**anexo II, tabela 1**), Faixa Etária (**anexo II, tabela 2**), Função (**anexo II, tabela 3**) e Localização Geográfica (**anexo II, tabela 4**) e de um total de 36 inquiridos, a amostra distribui-se da seguinte forma: 72% são do sexo Masculino e 28% do sexo

Feminino. Destes, 61% apresentam uma faixa etária entre os 36 anos e 45 anos, sendo que os restantes 33% referem-se a inquiridos com uma faixa etária entre os 46 anos a 55 anos e os restantes 6% referem-se a inquiridos com uma faixa etária superior a 55 anos. Quanto à região, a nível geográfico, onde estas entidades públicas se encontram, temos uma amostra de 56% pertencente à Zona Urbana, 28% correspondente à Zona Semiurbana e os restantes 17% referem-se a Zonas Rurais. Por fim, e quanto às funções que os inquiridos se encontram a desempenhar, temos uma amostra de 89% correspondente à função Técnico Superior, 6% correspondente à função Executivo de Câmara e os restantes 5% correspondem às funções de Encarregado.

Quanto à análise primária exploratória, no que se refere ao conhecimento e interesse acerca de veículos elétricos, e analisando os dados respeitantes às questões sobre aquisição de veículos elétricos a título particular, aquisição de veículos elétricos a título profissional, aquisição de veículos pesados elétricos a título profissional, interesse em veículos pesados que utilizem fontes de energia alternativas e interesse em veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, a amostra distribui-se da seguinte forma: apenas 6% dos inquiridos adquiriram, nos últimos dois anos, veículos elétricos a título particular. Quanto à aquisição destes mesmos veículos, mas desta vez sendo estes adquiridos pela entidade pública para fins profissionais, 67% dos inquiridos respondeu que sim, que a sua atual empresa já tinha adquirido, nos últimos dois anos, veículos elétricos. No entanto, destes, apenas 8% se referem a veículos pesados elétricos. Relativamente ao interesse na aquisição de veículos pesados que utilizem fontes de energia alternativas, 50% dos inquiridos afirmam ter “Interesse” na aquisição destes, 44% afirmam ter “Interesse Total” e os restantes 6% afirmam ter “Pouco Interesse”. Por fim, e quanto ao interesse em adquirir veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, 28% dos inquiridos afirmam ter “Interesse Total”, 50% dos inquiridos afirmam ter “Interesse”, 17% dos inquiridos afirmam ter “Pouco Interesse” e os restantes inquiridos, 5%, afirmam que o seu interesse é “Indiferente”.

6.1.2. Preço

Analisando as respostas quanto ao Preço que os inquiridos estariam dispostos a pagar inicialmente, na aquisição de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos,

foram obtidos os seguintes resultados que serão descritos abaixo e poderão ser também visualizados no **anexo II, figura 7**.

A grande maioria dos inquiridos, equivalente a cerca de 61% das respostas, afirmam que concordam parcialmente com o facto do preço de compra de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos ter de ser igual ao de um veículo tradicional. No entanto, 28% dos inquiridos afirmam que Discordam Totalmente com a afirmação, tendo de ser o preço de compra de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos distinto de um veículo tradicional.

Quanto às questões acerca da diferença de preço possível referente à aquisição de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos, a grande maioria dos inquiridos afirma que não está disposto a oferecer mais pelo veículo em questão, em comparação com um veículo pesado de recolha de resíduos urbanos tradicional.

No entanto, 17% dos inquiridos Concordam Totalmente em pagar até mais 100.000€ (11% Concordam Parcialmente) e 6% (11% Concordam Parcialmente) em pagar até mais 200.000€ por um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos. Quanto ao facto do veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos poder ser até 300.000€ mais caro do que um veículo tradicional, 78% dos inquiridos respondeu Discordar Totalmente.

Ao analisarmos a intenção de compra, que se encontra mais à frente, podemos verificar que os inquiridos estão dispostos a pagar mais por uma viatura pesada elétrica de recolha de resíduos urbanos. No entanto, quando confrontados com a possibilidade de pagarem o mesmo que pagariam por uma viatura de recolha de resíduos urbanos a combustão, os inquiridos afirmam, maioritariamente, que concordam parcialmente. Naturalmente, quando questionados acerca dos intervalos de diferença que estariam dispostos a pagar pela solução elétrica, quanto maior a diferença para a viatura a combustão, menor a recetividade.

Contudo, a concordância obtida para o intervalo mais baixo, até 100.000€, é relativamente baixa tendo em conta o parágrafo anterior. Este fenómeno pode estar relacionado com o facto de os inquiridos ainda não terem conhecimento dos preços a praticar para esta tipologia de viaturas (pesados elétricos).

Em suma, concluímos que os inquiridos estão na disposição de pagar mais por uma viatura pesada elétrica de recolha de resíduos urbanos, mas por valores inferiores a

100.000€, embora o (des)conhecimento do mercado ainda não lhes permita fazer uma real comparação entre a diferença de valores para a solução a combustão.

6.1.3. Autonomia

Analisando as respostas quanto à opinião dos inquiridos, acerca da Autonomia de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos, face a um veículo pesado de recolha de resíduos urbanos a combustão, foram obtidos os seguintes resultados que serão descritos abaixo e poderão ser também visualizados no **anexo II, figuras 8 e 9 e tabelas 5, 6 e 7.**

Quanto ao estudo da média de quilómetros que os atuais veículos pesados de recolha de resíduos urbanos a combustão, das entidades inquiridas, fazem por dia, obtivemos as seguintes respostas: 50% dos atuais veículos pesados de recolha de resíduos urbanos a combustão fazem, diariamente, uma média de 100 a 150 quilómetros, enquanto que 33% fazem uma média diária de 50 a 100 quilómetros por dia e 17% fazem uma média de 150 a 200 quilómetros por dia.

Tal como é possível verificar na **tabela 5 (anexo II)**, dos veículos que fazem uma média de 50 a 100 quilómetros por dia, 6% correspondem à zona rural, 11% correspondem à zona Semiurbana e 33% correspondem à zona Urbana.

Quanto aos veículos que fazem uma média de 100 a 150 quilómetros por dia, 11% correspondem à zona Rural e 6% correspondem à zona Semiurbana. Por fim, e quanto aos veículos que fazem uma média de 150 a 200 quilómetros por dia, 11% correspondem à zona Semiurbana e 22% correspondem à zona Urbana.

Seguindo para a análise acerca do mínimo de autonomia em operação, em quilómetros, considerado pelos inquiridos necessária para ponderarem a aquisição de um veículo pesado elétrico, a maioria dos inquiridos afirma que a autonomia ideal seria entre os 200 a 300 quilómetros, estando estes distribuídos pelas zonas Rurais (6%), Semiurbanas (11%) e Urbanas (33%).

Quanto à análise do tempo aceitável, pelos inquiridos, para que a bateria do veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos ficasse com carga suficiente para a realização do turno seguinte, estes encontram-se maioritariamente divididos entre as opções “Menos de 1 hora”, “Entre 1 hora e 2 horas” e “Entre 2 horas e 3 horas”. No entanto, a opção “Entre 2 horas e 3 horas” destaca-se, com 39% das respostas.

Por fim, relativamente ao tempo de carregamento e autonomia de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos, os inquiridos afirmam concordar parcialmente, com um valor correspondente a 50% e 44% respetivamente, com o facto de as viaturas ainda não satisfazerem as expectativas.

Quanto à preocupação relativamente à autonomia, os inquiridos afirmam concordar parcialmente que quem conduzir um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos estará sempre preocupado com este fator, correspondendo a um total de 50%, e mais preocupado do que numa viatura a combustão, correspondendo a um total 44%.

Da análise realizada à autonomia, em operação, a maioria dos inquiridos considera que o intervalo entre os 200 e os 300 quilómetros é o necessário para ponderarem a aquisição de uma viatura pesada elétrica de recolha de resíduos urbanos (**tabela 6, anexo II**). No entanto, se analisarmos a média de quilómetros diária que as viaturas dos inquiridos realizam, observamos que a maioria (83%) realiza até 150 quilómetros diários (**tabela 5, anexo II**). Este dado leva-nos a concluir que a autonomia diária necessária para a realização da operação seria de 150km, e não o intervalo entre os 200 e os 300 quilómetros. Observa-se, assim, uma discrepância entre a autonomia desejada e a autonomia realmente necessária. Este fator pode estar relacionado com possíveis preocupações relativamente a deslocações adicionais durante a operação, de modo a cobrir eventuais imprevistos nas rotas previamente definidas, bem como ações de manutenção ou reparação das viaturas, em que as mesmas se têm de deslocar para os pontos de assistência técnica.

Quanto à análise do tempo aceitável, pelos inquiridos, para que a bateria do veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos fique com carga suficiente para a realização do turno seguinte (**tabela 7, anexo II**), é possível concluir que raros são os casos em que há disponibilidade para aguardar mais de 3 horas pelo carregamento da mesma. Assim, uma das expectativas dos inquiridos para a aquisição de uma viatura desta tipologia, é que a viatura não tenha de ficar imobilizada durante um período que impossibilite a realização do serviço conforme é realizado atualmente.

Da análise da **figura 9 (anexo II)**, conclui-se que os temas autonomia e tempo de carregamento estão muito abaixo do expectável, o que vem reforçar o indicado nos parágrafos anteriores. As expectativas relativamente a estes temas são altas, uma vez que

estas viaturas estão sujeitas a uma utilização bastante elevada e em que o período operacional se torna fulcral para a realização total do serviço.

Em suma, a autonomia é um fator bastante importante na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, e que será certamente tido em consideração no momento da possível aquisição desta tipologia de viatura.

6.1.4. Adaptabilidade

Analisando as respostas quanto à opinião dos inquiridos, acerca da Adaptabilidade de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos, face a um veículo pesado de recolha de resíduos urbanos a combustão, foram obtidos os seguintes resultados que serão descritos abaixo e poderão ser também visualizados no **anexo II, figura 10**.

Apenas 6% dos inquiridos apresentam uma posição indiferente sobre se o veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos se adapta às funções que os atuais veículos pesados de recolha de resíduos urbanos tradicionais desempenham. 39% dos inquiridos concordam de forma parcial que este veículo elétrico é uma melhor opção face ao atual, e 22% concordam totalmente com esta afirmação.

Da análise realizada à perceção da adaptabilidade de uma viatura pesada elétrica de recolha de resíduos urbanos, por parte dos inquiridos, a grande maioria vê um veículo elétrico com capacidade para se adaptar à atual função de um veículo a combustão.

6.1.5. Intenção de Compra

Analisando as respostas quanto à Intenção de Compra, dos inquiridos, de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos, foram obtidos os seguintes resultados que serão descritos abaixo e poderão ser também visualizados no **anexo II, figuras 11 e 12 e tabela 8**.

Quanto à questão “*Estou recetivo a adquirir um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos num futuro próximo*”, a maioria dos inquiridos respondeu que concorda parcialmente, correspondendo a um total de 56%. 28% dos inquiridos concorda totalmente, tal como é possível verificar na **figura 11 (anexo II)**.

Quanto à intenção de compra, analisando por zona geográfica, conclui-se que apenas as zonas semiurbana e urbana, afirmam concordar totalmente com a aquisição de um

veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos num futuro próximo, tal como se verifica na **tabela 8 (anexo II)**.

Quanto à opinião dos inquiridos, relativamente à sua intenção de compra (**anexo II, figura 12**), verifica-se que 17% estão totalmente dispostos a pagar mais para comprar uma viatura elétrica de recolha de resíduos urbanos, enquanto 56% estão parcialmente dispostos a adquirir a mesma viatura nas mesmas condições.

A maioria dos inquiridos encontra-se parcialmente disposto a tolerar alguns inconvenientes derivados do carregamento em prol dos benefícios de uma viatura elétrica de recolha de resíduos urbanos, correspondendo a 61%.

Já relativamente à disposição para, a curto prazo, alterar toda a sua frota de veículos pesados a combustão para veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, 41% dos inquiridos discorda totalmente, sendo que apenas 17% concordam parcialmente.

Desta análise, conclui-se existir uma forte receptividade à aquisição de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos, num futuro próximo. A maioria dos inquiridos está inclusivamente disposta a pagar mais por uma viatura elétrica de recolha de resíduos urbanos e a tolerar alguns inconvenientes derivados do carregamento, não estando, no entanto, tolerantes a alterar toda a atual frota de veículos a combustão, por veículos de solução elétrica, a curto prazo.

6.1.6. Incentivos de Compra

Analisando as respostas quanto aos Incentivos de Compra de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos, foram obtidos os seguintes resultados que serão descritos abaixo e poderão ser também visualizados no **anexo II, figura 13**.

É possível afirmar que 56% dos inquiridos concordam totalmente que a redução dos impostos de compra ajudaria a adotar viaturas elétricas para as suas frotas. Concordam de igual forma, com um total de 61%, que, no global, os incentivos financeiros ajudariam a adotar viaturas elétricas para as suas frotas.

Desta análise, e como seria de esperar, conclui-se que existindo incentivos financeiros e redução de impostos para a aquisição de veículos desta tipologia, estes ajudariam à adoção das viaturas elétricas para as frotas dos inquiridos.

6.1.7. Custos Operacionais

Analisando as respostas quanto aos Custos Operacionais de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos, foram obtidos os seguintes resultados que serão descritos abaixo e poderão ser também visualizados no **anexo II, figura 14**.

Quanto aos custos operacionais, relativamente às baterias de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos, 61% dos inquiridos concordam totalmente que os custos da sua substituição são elevados.

Quanto ao custo de aquisição e das baterias de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos, 50% dos inquiridos concordam parcialmente que estes reduzem a atratividade deste tipo de viaturas, sendo que nenhum inquirido afirma discordar desta afirmação.

Relativamente aos custos de combustível, 44% dos inquiridos afirma concordar totalmente que as viaturas elétricas compensam em comparação com viaturas a combustão. Ainda relativamente a esta mesma afirmação, 39% dos inquiridos afirma concordar parcialmente.

Por fim, relativamente aos custos de manutenção, 39% dos inquiridos afirma concordar totalmente que as viaturas elétricas compensam em comparação às viaturas a combustão. Com os mesmos 39%, encontram-se os inquiridos que concordam parcialmente com a afirmação.

É possível concluir que a maioria dos inquiridos concorda que os custos de manutenção e de energia numa viatura elétrica compensam em comparação com a viatura tradicional a combustão. Conclui-se também que a maioria dos inquiridos considera que os custos de substituição das baterias inerentes a um veículo elétrico, são elevados.

6.1.8. Contribuição de um veículo pesado elétrico

Analisando as respostas quanto à Contribuição de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos face a um veículo pesado de recolha de resíduos urbanos tradicional, foram obtidos os seguintes resultados que serão descritos abaixo e poderão ser também visualizados no **anexo II, figura 15**.

É possível verificar que a maioria dos inquiridos concorda totalmente com o facto de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos contribuir positivamente, face a um veículo pesado de recolha de resíduos urbanos tradicional, nos seguintes pontos: uma transição para fontes de energia limpa, uma maior consciencialização ambiental da população, uma redução do ruído e poluição em zonas urbanas.

Quanto a este tema, medido através do impacto social, - associado à consciencialização ambiental da população - e do impacto ambiental, - associado à transição para fontes de energia limpa e redução de ruído e poluição em zonas urbanas -, conclui-se que a quase generalidade dos inquiridos concorda que um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos terá um impacto positivo.

7. CONCLUSÕES DO ESTUDO

O setor automóvel encontra-se a atravessar uma fase de transição muito alicerçada nas políticas ambientais a nível mundial. Esta fase traz consigo grandes desafios que são impostos aos fabricantes de automóveis, no sentido de continuarem a conseguir desenvolver, produzir e entregar veículos que vão ao encontro das expectativas dos consumidores. Os veículos elétricos surgem como a grande aposta, por parte dos fabricantes de automóveis, para irem ao encontro das políticas ambientais definidas, representando uma tecnologia que, até então, não tinha sido desenvolvida pelos mesmos, e que levantam muitas questões ao consumidor final.

Dentro do setor automóvel encontram-se, também, as viaturas pesadas que, em função do seu serviço mais exigente, acabam por encontrar desafios tão grandes ou superiores relativamente às viaturas ligeiras.

Devido a esta mudança de paradigma, introduzida no setor, torna-se importante perceber qual será o comportamento do consumidor deste tipo de viaturas, em particular, viaturas de recolha de resíduos urbanos, sabendo que se trata de um serviço tão peculiar como exigente para estes veículos. Assim, o presente estudo tem como principal propósito compreender os fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português. Para isso, foram estudadas 36 entidades públicas a nível nacional, sendo estas Câmaras Municipais, Associações Intermunicipais e Serviços Municipalizados. Todos os inquiridos desempenham papéis

fundamentais nestas entidades públicas, como: Encarregados, Técnicos Superiores e Executivos de Câmara.

Das 36 respostas que englobam a amostra recolhida, e dos temas analisados, existem diversos fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português, que serão divididos entre motivações e barreiras.

Concluiu-se que existe uma noção geral de que uma viatura pesada elétrica de recolha de resíduos urbanos é, necessariamente, mais cara que uma viatura a combustão tradicional, nos dias de hoje. Com base nesta noção, existe por parte dos inquiridos disposição para pagar mais pela solução elétrica. Ainda assim, quando confrontados com os intervalos de preço que estariam dispostos a pagar a mais, verifica-se claramente que, quanto maior a diferença, menor a disposição para a aquisição. Assim, concluímos que a sensibilidade ao preço é grande e pode vir a ser um fator decisivo na ponderação da aquisição desta tipologia de viaturas.

Uma forma de minorar ou mitigar esta barreira será, numa primeira fase, incentivos à compra desta tipologia de viaturas. É quase total a concordância de que incentivos financeiros e redução de impostos ajudariam à aquisição destas viaturas. Caberá ao poder central (governo) e à União Europeia a implementação de medidas e atribuição de fundos que promovam a aquisição destas viaturas. Numa segunda fase, a forma de combater esta barreira será a otimização dos custos de produção destas viaturas por via da disseminação da solução a uma escala bastante superior.

A operacionalidade da viatura pesada, traduzida pela autonomia e pelo tempo de carregamento, é outra das barreiras à aquisição desta tipologia de viaturas. É clara a preocupação dos inquiridos com a autonomia das viaturas – em que é até exigido que a mesma seja superior à que na realidade é necessária –, bem como com o tempo de carregamento. Esta preocupação poderá estar intimamente ligada ao não domínio/conhecimento total da solução, o que aumenta a insegurança por parte dos inquiridos.

Permitir que o potencial cliente possa testar estas viaturas em condições reais de utilização, poderia levar a combater esta barreira, uma vez que se concluiu que os inquiridos estão dispostos a tolerar alguns inconvenientes derivados do carregamento em

prol dos benefícios de uma viatura desta tipologia. A demonstração e acompanhamento técnico da viatura poderá levar a que a autonomia destas viaturas possa até satisfazer os requisitos dos inquiridos e a aumentar a confiança nesta tecnologia.

A quase generalidade dos inquiridos concorda que uma viatura pesada elétrica de recolha de resíduos urbanos se pode adaptar às funções que os atuais veículos convencionais desempenham, e a maioria concorda que a solução elétrica é melhor que a solução convencional, para a recolha de resíduos urbanos. Assim, a adaptabilidade desta tipologia de viatura é uma das motivações à sua aquisição, e estará muito relacionada com a forte aceitação que estas viaturas têm em meio urbano, estando isentas de emissão de ruído e gases.

Os custos operacionais, divididos entre manutenção e energia, e reparação (substituição das baterias) dividem-se também em motivações e barreiras. É assumido, pela maioria dos inquiridos, que a viatura pesada elétrica de recolha de resíduos urbanos apresenta custos de manutenção e de energia (eletricidade vs combustível) que compensam face às viaturas convencionais. Concluiu-se existir uma noção geral de que estas viaturas são menos dispendiosas no que a manutenção e gastos de energia diz respeito. Relativamente à substituição das baterias, concluiu-se existir também uma noção geral de que se trata de um custo elevado e, conseqüentemente, uma barreira.

Para ajudar a minorar esta barreira, deveriam os fabricantes informar, de uma forma clara, os custos associados à substituição das baterias – ou à sua reparação –, e até apresentar um comparativo entre os custos operacionais da solução elétrica e da solução convencional ao longo da sua via útil para se poder concluir se, apesar do custo da substituição das baterias, o mesmo compensa face à poupança com as ações de manutenção/reparação das viaturas convencionais. Uma outra solução, já existente no mercado, pode passar pelo aluguer das baterias das viaturas em que estaria contemplada a sua substituição no caso de avaria nas mesmas.

Por fim, analisando a intenção de compra, concluiu-se que a mesma existe, e que há um interesse generalizado na viatura pesada elétrica de recolha de resíduos urbanos. Quando questionados acerca da intenção de compra, num futuro próximo, desta tipologia de viaturas, a maioria dos inquiridos demonstra interesse na aquisição. Com maior expressão no número de inquiridos, as zonas urbanas são as que se revelam com maior

interesse, o que é um bom indicador para os fabricantes que estão a apostar neste tipo de solução. A única questão com qual a maioria dos inquiridos discordou foi a alteração de toda a frota convencional por uma frota totalmente elétrica de recolha de resíduos. Estes dados estarão relacionados com a falta de confiança na solução, já referida anteriormente. De resto, há uma clara intenção de compra por parte da maioria dos inquiridos, e que estará fortemente relacionada com a contribuição desta tipologia de viaturas, medidas através do impacto social, - associado à consciencialização ambiental da população -, e do impacto ambiental, - associado à transição para fontes de energia limpa e redução de ruído e poluição em zonas urbanas.

Desta forma, concluiu-se que as barreiras à aquisição de viaturas pesadas elétricas de recolha de resíduos urbanos são o preço, a operacionalidade (autonomia e tempo de carregamento) e o custo da substituição das baterias, sendo que o fator da operacionalidade estará fortemente relacionado com o desconhecimento e desconfiança na solução. As motivações são a adaptabilidade, os custos de manutenção e energia, e a contribuição social e ambiental de um veículo pesado elétrico.

7.1. Limitações da Pesquisa

O presente estudo apresenta como principal limitação, o tamanho e representatividade da amostra, não sendo possível generalizar os resultados obtidos, pois as conclusões não são robustas o suficiente.

Os questionários, apesar de terem sido realizados aos membros mais competentes de entidades públicas a nível nacional, sendo estas Câmaras Municipais, Associações Intermunicipais e Serviços Municipalizados, apenas incidiu em 36 inquiridos, um número relativamente limitado, ocultando assim outras possíveis perspetivas e opiniões.

7.2. Propostas para trabalhos futuros

O estudo das motivações e barreiras à aquisição de veículos elétricos, principalmente veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos é recente, existindo poucos estudos nos diversos países, acerca desta temática.

Futuras investigações poderiam aprofundar os resultados do presente estudo, incidindo num número maior de inquiridos e incluindo também o setor Privado. Outra sugestão passaria por perceber se as motivações para a aquisição compensam face às barreiras existentes neste tipo de viaturas, e, tendo mais dados relativamente ao preço final das viaturas e do modelo de negócio a seguir (aquisição, aluguer operacional, com/sem contrato de manutenção), qual seria o limite que os inquiridos estariam dispostos a pagar a mais face às viaturas convencionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADENE. (2019). Mobilidade. Retrieved from <https://www.adene.pt/mobilidade/>
- Agência Portuguesa do Ambiente (2021). Resíduos Urbanos. Retirado de: <https://www.apambiente.pt>
- Agência Portuguesa do Ambiente e Comité Executivo da Comissão para as Alterações Climáticas (2012). Roteiro nacional de baixo carbono. Análise técnica das opções de transição para uma economia de baixo carbono competitiva em 2050. Retirado de: <https://www.apambiente.pt>
- Alexander, M., Gurr, A., & Greenwood, D. (2011). Preparing for a Life Cycle CO.
- Anderhofstadt, B., & Spinler, S. (2020). Preferences for autonomous and alternative fuel-powered heavy-duty trucks in Germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 79, 102232.
- Banister, D., & Stead, D. (2002). Reducing transport intensity. *European journal of transport and infrastructure research*, 2(4).
- Baptista, C. S., & Sousa, M. J. (2011). Como fazer investigação, dissertações, teses e relatórios, segundo Bolonha. *Pactor Edições. Lisboa: Lidel.*
- Berkeley, N., Jarvis, D., & Jones, A. (2018). Analysing the take up of battery electric vehicles: An investigation of barriers amongst drivers in the UK. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 63, 466-481.
- Brady, J., & O'Mahony, M. (2011). Travel to work in Dublin. The potential impacts of electric vehicles on climate change and urban air quality. *Transportation research part D: transport and environment*, 16(2), 188-193.
- Burnett, R., Chen, H., Szyszkowicz, M., Fann, N., Hubbell, B., Pope Iii, C. A., ... & Spadaro, J. V. (2018). Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(38), 9592-9597.

- Chediak, M. (2017). The latest bull case for electric cars: The cheapest batteries ever. *Bloomberg Technology*.
- Comissão Europeia. (2015). Uma estratégia-quadro para uma União da Energia resiliente dotada de uma política em matéria de alterações climáticas virada para o future. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/>
- Comissão Europeia. (2019). Communication from the commission to the european parliament, the european council, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions the european green deal. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/>
- Den Boer, E., Aarnink, S., Kleiner, F., & Pagenkopf, J. (2013). Zero emissions trucks. An overview of state-of-the-art technologies and their potential.
- Diaz, D., & Moore, F. (2017). Quantifying the economic risks of climate change. *Nature Climate Change*, 7(11), 774-782.
- Earl, T., Mathieu, L., Cornelis, S., Kenny, S., Ambel, C. C., & Nix, J. (2018, May). Analysis of long haul battery electric trucks in EU. In *Commercial Vehicle Workshop, Graz*.
- Egbue, O., & Long, S. (2012). Barriers to widespread adoption of electric vehicles: An analysis of consumer attitudes and perceptions. *Energy policy*, 48, 717-729.
- Ellingsen, L. A. W., Singh, B., & Strømman, A. H. (2016). The size and range effect: lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles. *Environmental Research Letters*, 11(5), 054010.
- European Environment Agency. (2020). Impacts, vulnerability and risks. Disponível em <https://www.eea.europa.eu/>
- European Environment Agency. (2021). Greenhouse gas emissions from transport in Europe. Disponível em <https://www.eea.europa.eu/>
- European Environment Agency. (2021b). Trends and projections in Europe 2021. No 13/2021. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/>

- Gallagher, K. S., & Muehlegger, E. (2011). Giving green to get green? Incentives and consumer adoption of hybrid vehicle technology. *Journal of Environmental Economics and management*, 61(1), 1-15.
- Gasparri, A., Guo, Y., Sera, F., Vicedo-Cabrera, A. M., Huber, V., Tong, S., ... & Armstrong, B. (2017). Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios. *The Lancet Planetary Health*, 1(9), e360-e367.
- Göhlich, D., & Gräbener, S. (2016, October). Identification of User-oriented Electric Commercial Vehicle Concepts with a Particular Focus on Auxiliaries. In 25th Aachen Colloquium Automobile and Engine Technology.
- Günther, Hartmut (2006). Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, vol. 22, nº 02, 201- 210
- IEA, I. (2017). International Energy Agency. Two Million and Counting. Paris, France: 2017. *Global EV Outlook*.
- International Council on Clean Transportation. (2016). 2020 – 2030 CO2 standards for new cars and light-commercial vehicles in the European Union. Disponível em: <https://theicct.org/>
- ITF. (2019). ITF Transport Outlook 2019, OECD. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/>
- Janssens, C., Havlík, P., Krisztin, T., Baker, J., Frank, S., Hasegawa, T., ... & Maertens, M. (2020). Global hunger and climate change adaptation through international trade. *Nature Climate Change*, 10(9), 829-835.
- Kleiner, F., & Friedrich, H. E. (2017). Maintenance & repair cost calculation and assessment of resale value for different alternative commercial vehicle powertrain technologies.
- Lei n.º 88-A/97, de 25 de Julho. *Diário da República n.º 170/1997, 1º Suplemento, Série I-A*. Lisboa
- Limão, S. E. (2008, October). Correlation between transport intensity and GDP in European regions: A new approach. In *8th Swiss Transport Research Conference*..

- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H. O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., ... & Waterfield, T. (2018). Global warming of 1.5 C. *An IPCC Special Report on the impacts of global warming of, 1(5)*. Moreira, A., Sá, P., & Costa, A. P. (2021). Metodologias de Investigação.
- Moultak, M., Lutsey, N., & Hall, D. (2017). Transitioning to zero-emission heavy-duty freight vehicles. *Int. Counc. Clean Transp.*
- Mulholland, E., Teter, J., Cazzola, P., McDonald, Z., & Gallachóir, B. P. Ó. (2018). The long haul towards decarbonising road freight—A global assessment to 2050. *Applied energy*, 216, 678-693.
- Nevado, P. P. (2009). Estudo de Casos: um curso de acção na investigação em Gestão.
- OECD/ITF. (2017). *ITF Transport Outlook 2017*, OECD Publishing, Paris. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789282108000-en>
- Pereira, T. C., Seabra, T., Pina, A., Canaveira, P., Amaro, A., Borges, M., e Silva, R., 2017. Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990 - 2015. Submitted under the UNFCCC. National Inventory Report (NIR) 2017, Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora, Portugal
- Plan, C. A. (2016). 2050. Principles and goals of the German government's climate policy. *Federal Ministry for the Environment NC, Building and Nuclear Safety, editor.: Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety*, 92.
- República Portuguesa. (2020). Acordo de Paris 2015 – 2020. Disponível em: <https://www.portugal.gov.pt/>
- Roteiro para a neutralidade carbónica 2050. (2019). Estratégia de longo prazo para a neutralidade carbónica da economia portuguesa em 2050. Disponível em: <https://descarbonizar2050.apambiente.pt/>
- Sánchez, H. (2021, janeiro 11). Veículos Elétricos, Balanço das Vendas em 2020. *Blueauto*, Volume 39, 18-21.

- Schuitema, G., Anable, J., Skippon, S., & Kinnear, N. (2013). The role of instrumental, hedonic and symbolic attributes in the intention to adopt electric vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 48, 39-49.
- Sen, B., Ercan, T., & Tatari, O. (2017). Does a battery-electric truck make a difference?—Life cycle emissions, costs, and externality analysis of alternative fuel-powered Class 8 heavy-duty trucks in the United States. *Journal of cleaner production*, 141, 110-121.
- Transports and environment (2017), Electric truck's contribution to freight decarbonisation. Disponível em: www.transportenvironment.org
- WHO Regional Office for Europe. Review of Evidence on Health Aspects of Air Pollution—REVIHAAP Project: Technical Report; WHO Regional Office for Europe: Copenhagen, Danmark, 2013.
- World Meteorological Organization. (2019). The Global Climate in 2015 - 2019. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters National Institute for Space Research, 24.
- Zhang, X., Bai, X., & Shang, J. (2018). Is subsidized electric vehicles adoption sustainable: Consumers' perceptions and motivation toward incentive policies, environmental benefits, and risks. *Journal of Cleaner Production*, 192, 71-79.

ANEXOS

Anexo I – Questionário

Caro(a) participante,

No âmbito da minha dissertação de Mestrado em Ciências Empresariais pelo ISEG - Lisbon School of Economics and Management, eu, Guilherme Gonçalves Branco, encontro-me a realizar um estudo com o objetivo de investigar as motivações e barreiras para a aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, em Portugal no setor público, sob orientação do Professor Doutor Pedro Verga Matos.

Todos os elementos recolhidos serão mantidos confidenciais e anónimos. Ao prosseguir está a garantir que leu e concordou com as indicações acima, e que aceita colaborar livre e voluntariamente nesta investigação.

Para qualquer esclarecimento adicional, por favor contacte através do email 151269@aln.iseg.ulisboa.pt (Guilherme Branco).

A sua participação é muito importante, uma vez que permite a concretização deste estudo e o avanço do conhecimento científico.

Obrigado desde já pela sua colaboração!

Guilherme Gonçalves Branco

Questões Introdutórias

1. Género *

- Masculino
- Feminino

2. Idade *

- < 18
- 18 - 25
- 26 - 35
- 36 - 45
- 46 - 55
- > 55

Estudo de Caso

Motivações e Barreiras para a aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos, em Portugal, no setor Público

3. Qual a sua atual função na empresa onde trabalha? *

- Encarregado
- Técnico Superior
- Executivo de Câmara

4. A nível geográfico, a sua empresa situa-se numa região: *

- Urbana
- Semiurbana
- Rural

5. A título particular, adquiriu algum veículo elétrico nos últimos dois anos? *

- Sim
- Não

6. Na sua atual empresa, foi adquirido algum veículo elétrico nos últimos dois anos? *

- Sim
- Não

7. Caso tenha respondido de forma afirmativa à questão anterior, alguns desses veículos foram veículos pesados elétricos? *

- Sim
- Não

8. Como classificaria o seu interesse em adquirir veículos pesados que utilizem fontes de energia alternativas? *

- Sem Interesse
- Pouco Interesse
- Indiferente
- Interesse
- Interesse Total

9. Como classificaria o seu interesse em adquirir veículos pesados elétricos de recolha de resíduos? *

- Sem Interesse
- Pouco Interesse
- Indiferente
- Interesse
- Interesse Total

Fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português

10. Indique, por favor, em que medida de cada uma das seguintes afirmações, traduz a sua opinião acerca do **preço** que estaria disposto a pagar inicialmente, na aquisição de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos? *

| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Indiferente | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| O preço de compra de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos teria de ser igual ao de um veículo tradicional. | <input type="radio"/> |
| O preço de compra de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos poderia ser até 100.000€ mais caro do que um veículo tradicional. | <input type="radio"/> |
| O preço de compra de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos poderia ser até 200.000€ mais caro do que um veículo tradicional. | <input type="radio"/> |
| O preço de compra de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos poderia ser até 300.000€ mais caro do que um veículo pesado tradicional. | <input type="radio"/> |
| O preço de compra de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos não seria crucial. Compraria um veículo pesado elétrico de qualquer forma. | <input type="radio"/> |

11. Indique, por favor, qual a média de quilómetros que os seus atuais veículos pesados de recolha de resíduos, a combustão, fazem por dia? *
- ...
- Menos de 50 Km
 - Entre 50 a 100 Km
 - Entre 100 a 150 Km
 - Entre 150 a 200 Km
 - Entre 200 a 250 Km
 - Mais de 250 Km
12. Indique, por favor, qual o mínimo de autonomia em operação, em quilómetros, necessária para considerar a aquisição de um veículo pesado elétrico? *
- Menos de 100 Km
 - Entre 100 a 200 Km
 - Entre 200 a 300 Km
 - Mais de 300 Km
13. Ao adquirir um veículo pesado elétrico, o mesmo necessitaria de realizar carregamentos frequentes. Existindo a possibilidade de realizar carregamentos rápidos, que consistem em carregamentos de alta voltagem que permitem carregar a viatura num curto período de tempo, **qual o tempo aceitável para que a bateria do seu veículo ficasse com carga suficiente para a realização do turno seguinte?** *
- Menos de 1 hora
 - Entre 1 hora e 2 horas
 - Entre 2 horas e 3 horas
 - Mais de 3 horas

Fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português

14. Indique, por favor, em que medida de cada uma das seguintes afirmações, traduz a sua opinião acerca da **autonomia** de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos, face a um veículo pesado de recolha de resíduos a combustão. *

| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Indiferente | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Quem conduzir um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos, estará sempre preocupado com a sua autonomia. | <input type="radio"/> |
| Quem conduzir um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos, estará mais preocupado com a autonomia numa viatura elétrica do que numa viatura a combustão. | <input type="radio"/> |
| As viaturas pesadas elétricas de recolha de resíduos ainda não satisfazem as expectativas dos condutores acerca da autonomia. | <input type="radio"/> |
| As viaturas pesadas elétricas de recolha de resíduos ainda não satisfazem as expectativas dos condutores acerca do tempo de carregamento. | <input type="radio"/> |

Fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português

15. Indique, por favor, em que medida de cada uma das seguintes afirmações, traduz a sua opinião acerca da **adaptabilidade** de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos, face a um veículo pesado de recolha de resíduos a combustão. *

| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Indiferente | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| O Veículo pesado elétrico de recolha de resíduos adapta-se às funções que os atuais veículos pesados de recolha de resíduos tradicionais desempenham. | <input type="radio"/> |
| Para recolha de resíduos, o veículo pesado elétrico é uma melhor opção. | <input type="radio"/> |

Fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português

16. Indique, por favor, em que medida de cada uma das seguintes afirmações, traduz a sua opinião acerca da **intenção de compra** de um veículo pesado elétrico, face a um veículo pesado tradicional. *

| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Indiferente | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Estou recetivo a comprar uma viatura elétrica de recolha de resíduos num futuro próximo. | <input type="radio"/> |
| Estou disposto a pagar mais para comprar uma viatura elétrica de recolha de resíduos | <input type="radio"/> |
| Estou disposto a tolerar alguns inconvenientes derivados do carregamento em prol dos benefícios de uma viatura elétrica de recolha de resíduos | <input type="radio"/> |
| Estou disposto, a curto prazo, a alterar toda a minha frota de veículos pesados a combustão de recolha de resíduos, por veículos pesados elétricos de recolha de resíduos. | <input type="radio"/> |

Fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português

17. Indique, por favor, em que medida de cada uma das seguintes afirmações, traduz a sua opinião acerca de **incentivos de compra** existentes, na aquisição de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos? *

| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Indiferente | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| No global, os incentivos financeiros ajudariam a adotar viaturas elétricas para as nossas frotas. | <input type="radio"/> |
| Redução dos impostos de compra ajudariam a adotar viaturas elétricas para as nossas frotas. | <input type="radio"/> |

18. Indique, por favor, em que medida de cada uma das seguintes afirmações, traduz a sua opinião acerca dos **custos operacionais** de um veículo pesado elétrico, face a um veículo pesado tradicional. *

| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Indiferente | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Os custos de substituição da bateria são altos nas viaturas elétricas. | <input type="radio"/> |
| Os custos da aquisição e das baterias reduzem a atratividade das viaturas elétricas em comparação com as viaturas a combustão. | <input type="radio"/> |
| As viaturas elétricas compensam em termos de custos de combustível, em comparação com viaturas a combustão. | <input type="radio"/> |
| As viaturas elétricas compensam em termos de custos de manutenção, em comparação com viaturas a combustão. | <input type="radio"/> |

Fatores determinantes na aquisição de veículos pesados elétricos de recolha de resíduos urbanos, no setor público português

19. Indique, por favor, em que medida de cada uma das seguintes afirmações, traduz a sua opinião acerca da **contribuição de um veículo pesado elétrico**, face a um veículo pesado tradicional. *

| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Indiferente | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Redução da poluição em zonas urbanas. | <input type="radio"/> |
| Redução do ruído em zonas urbanas. | <input type="radio"/> |
| Consciencialização ambiental da População | <input type="radio"/> |
| Transição para fontes de energia limpa. | <input type="radio"/> |

20. Estou receptivo a adquirir um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos num futuro próximo. *

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

21. Observações

Anexo II – Análise de Dados

Figura 7. Gráfico relativo ao Preço

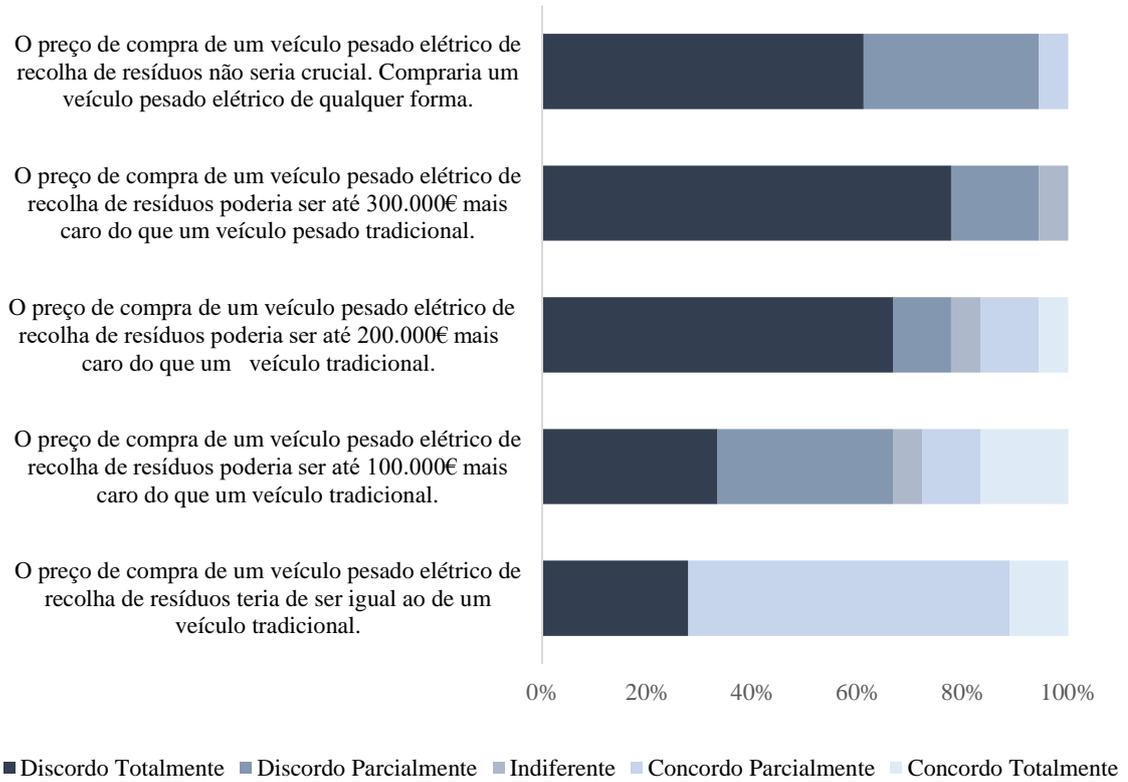


Figura 8. Média de quilómetros que os atuais veículos pesados de recolha de resíduos urbanos, a combustão, fazem por dia.

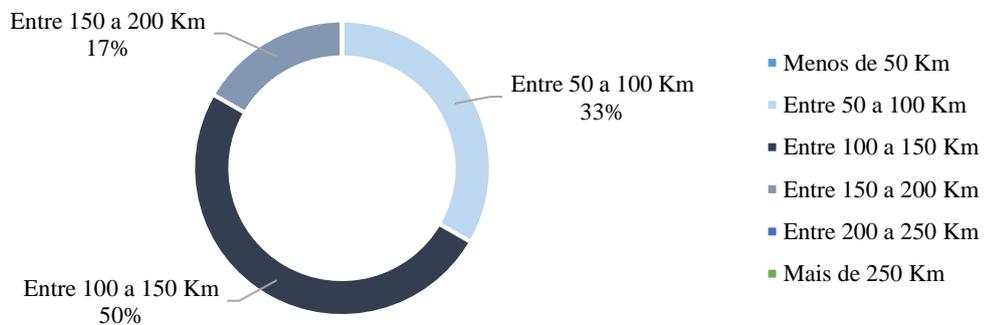


Figura 9. Gráfico relativo à Autonomia

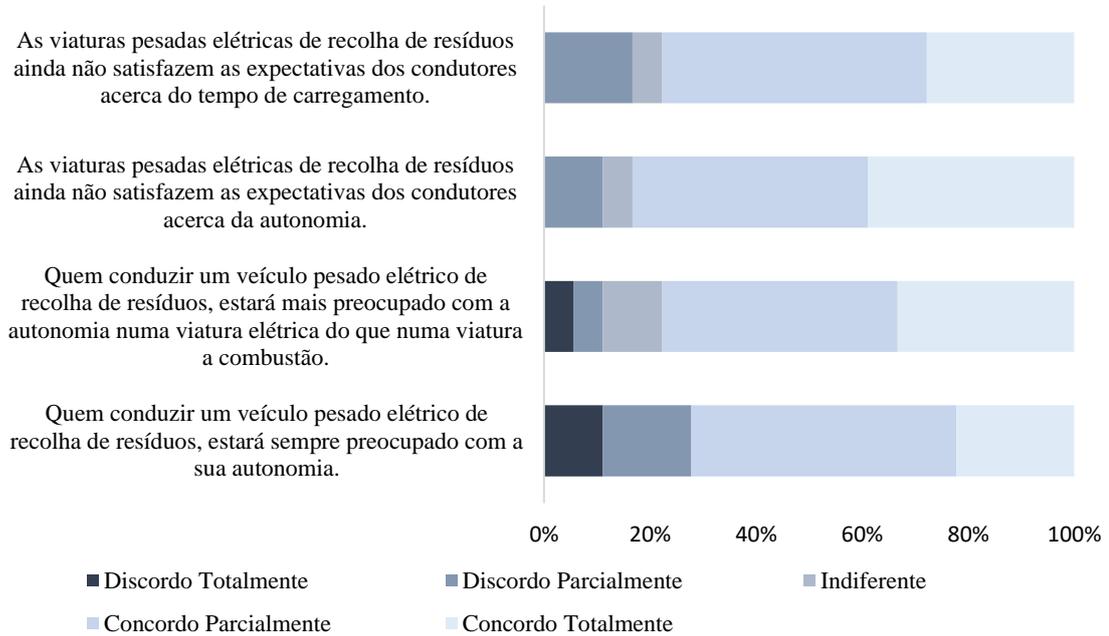


Figura 10. Gráfico relativo à Adaptabilidade

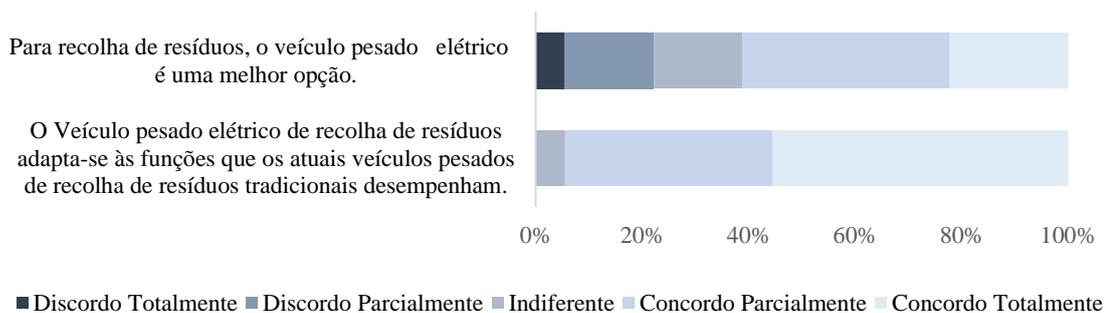


Figura 11. Intenção de Compra num futuro próximo.

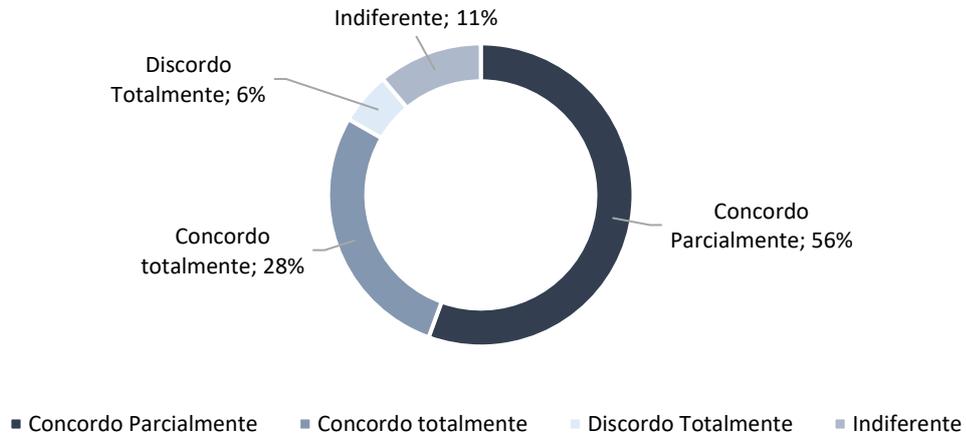


Figura 12. Intenção de compra de um veículo pesado elétrico, face a um veículo pesado tradicional.

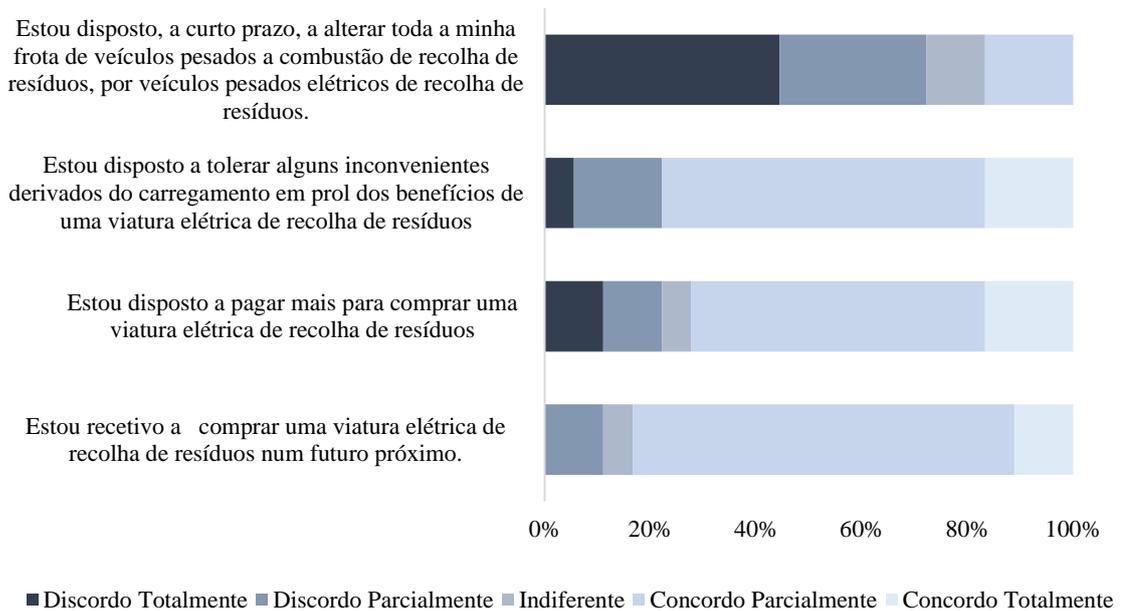


Figura 13. Incentivos de compra existentes, na aquisição de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos

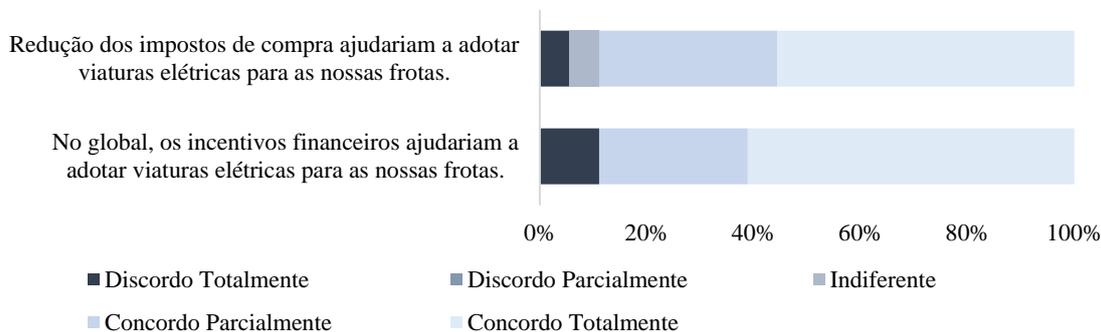


Figura 14. Custos operacionais de um veículo pesado elétrico, face a um veículo pesado tradicional.

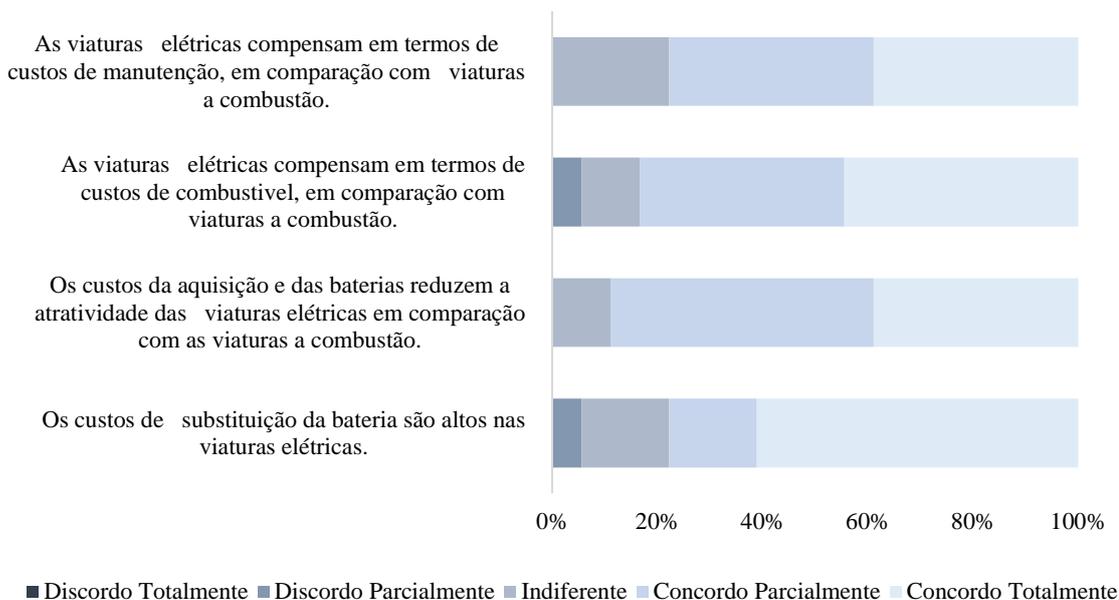


Figura 15. Contribuição de um veículo pesado elétrico, face a um veículo pesado tradicional.

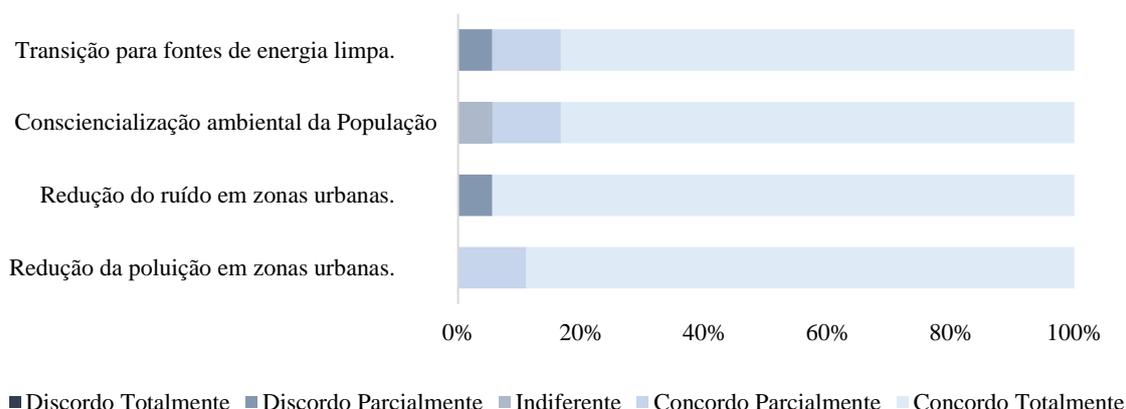


Tabela 1. Caracterização dos Inquiridos - Género

| Masculino | Feminino |
|-----------|----------|
| 72% | 28% |

Tabela 2. Caracterização dos Inquiridos – Faixa Etária

| Entre 36 e 45 anos | Entre 46 e 55 anos | Superior a 55 anos |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| 61% | 33% | 6% |

Tabela 3. Funções desempenhadas pelos Inquiridos

| Encarregado | Técnico Superior | Executivo de Câmara |
|-------------|------------------|---------------------|
| 5% | 89% | 6% |

Tabela 4. Região dos inquiridos, a nível Geográfico

| Rural | Semiurbana | Urbana | Total |
|-------|------------|--------|-------|
| 17% | 28% | 56% | 100% |

Tabela 5. Média de quilómetros que os atuais veículos pesados de recolha de resíduos urbanos, a combustão, fazem por dia, de acordo com as suas geografias.

| | Rural | Semiurbana | Urbana | Total |
|--------------------|-------|------------|--------|-------|
| Entre 50 a 100 Km | 6% | 11% | 33% | 33% |
| Entre 100 a 150 Km | 11% | 6% | 0% | 50% |
| Entre 150 a 200 Km | 0% | 11% | 22% | 17% |
| Total | 17% | 28% | 56% | 100% |

Tabela 6. Mínimo de autonomia em operação, por Geografia, em quilómetros, necessária para os inquiridos considerarem a aquisição de um veículo pesado elétrico

| | Rural | Semiurbana | Urbana | Total Geral |
|--------------------|-------|------------|--------|-------------|
| Menos de 100 Km | 0% | 0% | 6% | 6% |
| Entre 100 a 200 Km | 6% | 11% | 17% | 33% |
| Entre 200 a 300 Km | 6% | 11% | 33% | 50% |
| Mais de 300 Km | 6% | 6% | 0% | 11% |

Tabela 7. Tempo aceitável, pelos inquiridos, para que a bateria do veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos fique com carga suficiente para a realização do turno seguinte

| | |
|-------------------------|-----|
| Menos de 1 hora | 28% |
| Entre 1 hora e 2 horas | 28% |
| Entre 2 horas e 3 horas | 39% |
| Mais de 3 horas | 6% |

Tabela 8. Recetividade à aquisição de um veículo pesado elétrico de recolha de resíduos urbanos num futuro próximo.

| | Rural | Semiurbana | Urbana | Total Geral |
|-----------------------|-------|------------|--------|-------------|
| Concordo Totalmente | 0% | 6% | 22% | 28% |
| Concordo Parcialmente | 11% | 17% | 28% | 56% |
| Indiferente | 6% | 0% | 6% | 11% |
| Discordo Totalmente | 0% | 6% | 0% | 6% |