



MESTRADO
GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
TRABALHO DE PROJETO

**ANÁLISE E SOLUÇÕES PARA UMA DISTRIBUIÇÃO
ALIMENTAR DE *LAST MILE* MAIS SUSTENTÁVEL**

ANTÓNIO BERNARDO MOUTINHO CAMPOS 53028

OUTUBRO – 2022

Agradecimentos

Gostaria de agradecer aos meus pais, Teresa e Pedro por todo o apoio e suporte que me deram a nível académico e por me terem incentivado a acabar este projeto que hoje apresento aqui. Agradecer também à minha avó Milocas pelo apoio e pela disponibilidade que demonstrou desde o início deste percurso de três anos. Ao meu irmão Manuel pelas vezes todas que se lembrou de me perguntar como estava o meu projeto, mostrando sempre o seu ar mais atencioso.

Agradecer também à professora Ana Póvoa, que não desistiu deste projeto, nem depois do ano em que tive de o adiar. Mostrou-se sempre bastante disponível e pronta a contribuir, mesmo quando o tema do projeto foi alterado a três meses do prazo da 1.ª entrega, de modo a ter de realizar mais um ano a desenvolver o mesmo.

Agradecer aos meus colegas de mestrado, pois este caminho foi partilhado com todos eles, naquelas muitas horas ao fim do dia fechados numa sala de aula. Porque o trabalho final de mestrado não é apenas o que consta neste documento, mas todo o percurso até se chegar a este momento.

Mencionar também os meus colegas de trabalho e a empresa em questão por toda a informação que puderam partilhar para que este projeto fosse concluído com êxito.

Agradecer também à Rita, pela disponibilidade em ajudar e pela paciência e massacre de querer tanto quanto eu, a finalização desta etapa.

Finalmente, agradecer-me por toda a resiliência e pelo empenho que consigo dedicar quando realmente tenho ambição, porque é nestes momentos de reflexão e no final destes períodos que, ao fazermos uma introspeção, percebemos daquilo que somos capazes.

Resumo

Com a pandemia da COVID-19 observou-se um *boom* do *e-commerce* e consequentemente da distribuição de *last mile*. Por conseguinte, constatou-se um aumento de CO₂ emitido pelas frotas das empresas, de modo a dar resposta ao aumento exponencial de entregas, que se verificou de mês para mês em 2020, atingido um máximo absoluto em 2021.

O presente projeto analisa e procura soluções para uma distribuição alimentar de *last mile* mais sustentável através de viaturas elétricas.

Para suportar o estudo desenvolvido faz-se uma revisão de literatura explorando conceitos como a cadeia de abastecimento alimentar, a distribuição de *last mile* e a sustentabilidade dos veículos *eco-friendly*. Caracteriza-se a empresa em estudo e a sua operação de distribuição e definem-se um conjunto de cenários a estudar que poderiam ser viáveis para a empresa a nível de veículos a utilizar. Estabelece-se um conjunto de indicadores de *performance* de modo a analisar o impacto real que uma frota 100% elétrica poderá ter na operação da empresa.

As viaturas elétricas já apresentam vantagens quando comparadas com as viaturas a combustão, tanto pelo custo de um “depósito elétrico”, onde este chega a ser menor, entre três a quatro vezes, do que um depósito a gasóleo, assim como também pelas não emissões de CO₂. No entanto, as mesmas ainda não atingiram o patamar para que a empresa em estudo tenha uma frota 100% sustentável, uma vez que não existem soluções de viaturas elétricas refrigeradas no mercado que correspondam às necessidades operacionais. Apesar disso, reitera-se os esforços positivos e o foco da empresa na introdução de mais viaturas elétricas, numa tentativa de dar resposta às pressões das entidades reguladoras, dos clientes e das insígnias, tendo como resultados a diminuição da sua pegada ecológica e a continuação na vanguarda das inovações neste setor tão específico como o *last mile* da distribuição alimentar.

Palavras-Chave: Entregas de última milha, sustentabilidade, cadeia de abastecimento alimentar, veículos elétricos, emissões de CO₂.

Abstract

With the COVID-19 pandemic, there was a boom in e-commerce and, consequently, in last mile distribution. Therefore, there was an increase in CO₂ emitted by company fleets, to respond to the exponential increase in deliveries, which occurred from month to month in 2020, reaching an absolute maximum in 2021.

This project analyzes and seeks solutions for a more sustainable last mile food distribution through electric vehicles.

To support the developed study, a literature review explores concepts such as the food supply chain, last mile distribution, and the sustainability of eco-friendly vehicles. The company under study and its distribution operation are characterized and a set of scenarios to be studied that could be viable for the company in terms of vehicles to be used are defined. A set of performance indicators is established to analyze the real impact that a 100% electric fleet may have on the company's operation.

Electric vehicles already have advantages when compared to combustion vehicles, both because of the cost of an “electric tank”, which is between three and four times smaller than a diesel tank, as well as because of the non-emissions of CO₂. However, they have not yet reached the level for the company under study to have a 100% sustainable fleet, since there are no refrigerated electric vehicle solutions on the market that correspond to operational needs. Despite this, the positive efforts and the company's focus on the introduction of more electric vehicles are reiterated, to respond to pressure from regulatory authorities, customers, and brands, resulting in a reduction in its ecological footprint and the continuation at the forefront of innovations in this sector as specific as the last mile of food distribution.

Keywords: Last mile delivery, sustainability, food supply chain, electric vehicles, CO₂ emissions

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Lista de Figuras	vi
Lista de Tabelas.....	vi
1. Introdução	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. METODOLOGIA	2
1.4. ESTRUTURA.....	3
2. Caso de Estudo.....	4
2.1. GRUPO	4
2.2. A ORGANIZAÇÃO	4
2.3. DEPARTAMENTO ALIMENTAR	5
2.4. A OPERAÇÃO	6
2.5. PROBLEMA	7
3. Revisão de Literatura.....	8
3.1 CADEIA DE ABASTECIMENTO ALIMENTAR.....	8
3.2 CRESCIMENTO DO <i>E-COMMERCE</i> E <i>COVID-19</i>.....	9
3.3 A DISTRIBUIÇÃO ALIMENTAR E AS VIATURAS <i>ECO-FRIENDLY</i>	13
3.4 AS VIATURAS ELÉTRICAS ATUALMENTE	16
3.5 OBJETIVOS E METAS QUE SE PRETENDEM ALCANÇAR NO TRANSPORTE DE MERCADORIAS.....	17
3.6 CONCLUSÕES	18
4. Construção e Análise de Soluções para uma Distribuição mais sustentável	19
4.1 CENÁRIOS A ESTUDAR.....	19
1.1.1. 1.º CENÁRIO	23
1.1.2. 2.º CENÁRIO	24
1.1.3. 3.º CENÁRIO	24
1.1.4. 4.º CENÁRIO	25
1.1.5. 5.º CENÁRIO	26
1.1.6. 6º CENÁRIO	27
5. Desenvolvimento/Soluções/Como/Porquê	29
6. CONCLUSÕES	33
7. Limitações	36
Referências.....	37

Lista de Figuras

Figura 1 - Cadeia de Abastecimento Alimentar e os seus intervenientes. Fonte: Okezie, I. A. (2006). The impact of food regulation on the food supply chain	9
Figura 2 - % de pessoas entre os 16 e 74 anos que utilizaram comércio eletrónico em Portugal, 2010-2020. Fonte: INE – Inquérito à utilização de tecnologias de informação e da comunicação das famílias 2020.	11
Figura 3 - % de pessoas entre os 16 e os 74 anos que utilizaram comércio eletrónico por tipologia de produto ou serviço em Portugal, 2010-2022. Fonte: INE – Inquérito à utilização de tecnologias de informação e da comunicação das famílias 2020.....	11
Figura 4 - % de e-grocery por país, 2018 vs. 2023. Fonte: IGD	12
Figura 5 - Furgão Frigorífico Goupil.....	16
Figura 6 - Várias perspetivas da Maxus eDelivery9.....	22
Figura 7 - Caixas térmicas com as placas de gelo	24
Figura 8 - Super Soco CPX 125cc elétrica	26

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Quadro comparativo de cenários	31
---	----

1. Introdução

1.1. Contextualização

A pandemia da COVID-19 e consequente crise sanitária mundial, vieram alterar as operações da cadeia de abastecimento alimentar. As pessoas viram-se obrigadas a alterar a sua maneira de comprar/adquirir os produtos, em consequência das várias restrições impostas pelos governos e autarquias para um maior controlo da pandemia, tendo de reduzir os horários dos supermercados, limitar o número de pessoas nas lojas e até mesmo a existência de um horário de permissões para se estar fora de casa. Neste contexto, emergiram novos e diferentes desafios em toda a cadeia de abastecimento alimentar, uma vez que os consumidores passaram a privilegiar as compras via *online* com entregas em casa. Este comportamento levou a um aumento de entregas ao domicílio e a procura cresceu exponencialmente de um mês para o outro.

A pressão sobre as empresas de entregas ao domicílio aumentou e, como consequência desse crescimento, o número de entregas aumentou, fazendo-se acompanhar também do consumo de combustíveis fósseis. A quantidade brutal de consumo de combustíveis fósseis é de tal forma elevada, que, as empresas de distribuição são facilmente classificadas como fortes contribuidoras para a crescente emissão de CO₂. Desta feita, a pegada ecológica destas empresas aumentou, sendo, pois, premente definir como objetivo organizacional e estratégico a redução do consumo de combustíveis fósseis de forma a diminuir as emissões provenientes do mesmo. Acresce que nas entregas das cadeias de abastecimento alimentares, como por exemplo entregas de supermercados, os produtos envolvidos são muitas vezes frescos e/ou congelados exigindo a existência de uma cadeia de abastecimento alimentar de frio o que acresce ao aumento de emissões previamente identificados.

Colocam-se, pois, as seguintes questões: Será possível realizar entregas alimentares com veículos movidos a energias alternativas? Será possível as empresas consideradas grandes consumidoras de combustíveis fósseis, e por sua vez, altamente contributivas para o aumento de gases de efeito estufa, aumento da temperatura média, baixa qualidade do ar nas cidades, entre outros, alterarem o seu próprio modo de operação? Será possível alterar uma frota a combustão para uma frota elétrica, sendo que é necessário garantir uma zona refrigerada? E, será

possível os veículos movidos a eletricidade terem um motor de refrigeração permitindo o uso destes veículos para bi-temperatura?

1.2. Objetivos

No contexto acima identificado e considerando a empresa em que se realizou o estágio que originou este projeto, pretende-se estudar e analisar a possibilidade da empresa realizar uma distribuição de last mile na entrega de compras alimentares através de uma frota mais ecológica e amiga do ambiente.

Para se atingir o objetivo principal, definiram-se um conjunto de objetivos secundários. Primeiramente houve que perceber um conjunto de conceitos desenvolvendo uma revisão de literatura, onde o projeto se suporta e se desenvolve como o da cadeia de abastecimento sustentável e a sustentabilidade do last mile na área alimentar, com recurso a estudos e análises de autores sobre viaturas *eco-friendly* e energias mais amigas do ambiente. Analisa-se de seguida a capacidade da empresa, em desenvolver-se e reestruturar-se de acordo com certos valores, tais como a sustentabilidade, o meio-ambiente, e a preocupação com a sociedade, com vista a torná-la mais sustentável, sem nunca perder competitividade neste setor. Tentou-se compreender também se o mercado está apto a fornecer os meios necessários para que a transformação para uma última milha mais sustentável e amiga do ambiente seja exequível. E por último, identificaram-se as problemáticas associadas a este novo contexto de distribuição e quais os desafios se colocam à integração de veículos refrigerados mais verdes nas empresas do setor de distribuição alimentar.

Será analisado um caso real e apresentados resultados de cenários realizados, onde se irá concluir sobre a eficiência deste tipo de viaturas neste tipo de negócio.

1.3. Metodologia

O trabalho desenvolvido adotou uma estratégia de investigação abductiva, estratégia esta que combina a abordagem dedutiva, seguindo a literatura existente através dos conceitos estudados que sustentam o caso de estudo, e a abordagem indutiva, onde se recolheu dados de vários cenários para analisar e sustentar, tanto a revisão de literatura como as conclusões que dos mesmos se obteve.

Através dos cenários, pretendeu-se apurar a eficiência das viaturas elétricas na distribuição de *last mile* de compras de supermercados, tratando-se assim, de um estudo avaliativo.

Este projeto segue ainda pois duas estratégias de investigação, a análise documental e a *action research*. A primeira para caracterização da empresa e dos cenários, e ainda, na revisão de literatura, em artigos e relatórios. A segunda, para tentar desenvolver uma solução sustentável e fiável, com dados concretos e reais, traduzindo este projeto num *input* à empresa do caso de estudo.

Podemos classificar este projeto como uma investigação empírica devido ao facto de ter estado muito dependente do trabalho de campo, onde exigiu um acompanhamento diário e *in-loco* dos cenários desenvolvidos, sustentando-se numa metodologia exploratória, onde se pesquisaram conceitos como a cadeia de abastecimento alimentar e numa metodologia bibliográfica pois, procurou fundamentar os conceitos explorados, de modo a enriquecer o projeto.

1.4. Estrutura

Este trabalho inicia-se com a apresentação da empresa, seguido da identificação do problema que se pretende estudar (capítulo 2). Neste seguimento (capítulo 3), apresenta-se uma revisão de literatura sobre a cadeia de abastecimento alimentar, o crescimento do *e-commerce* com a pandemia da COVID-19 e respetivos estudos realizados sobre veículos *eco-friendly*. Por último, teremos uma reflexão crítica dos temas acima abordados verificando a sua concordância com a problemática em estudo.

Será posteriormente apresentada a análise feita sobre o caso de estudo (capítulo 4) onde estão descritos seis cenários reais de utilização de viaturas elétricas com situações de distribuições distintas, de modo a identificar os prós, contras e ainda, as limitações deste tipo de viaturas *eco-friendly*, neste ramo da distribuição. Como nota final, as conclusões (capítulo 5) alusivas ao projeto em questão, onde se concluirá sobre a viabilidade da implementação dos cenários estudados no panorama atual das empresas de entregas ao domicílio.

2. Caso de Estudo

O presente capítulo apresenta a empresa em estudo neste projeto, e tem como objetivo principal perceber como a empresa atualmente opera e como se pode melhorar sua operação a nível da frota, para a tornar mais sustentável.

Numa altura onde o preço dos combustíveis está a aumentar progressivamente devido à crise energética que se viveu devido à COVID-19 e ultimamente à guerra na Ucrânia, aliado à pressão dos governos e da comunidade para se diminuir as emissões de CO₂, as empresas de distribuição, muito ligadas à emissão de elevadas quantidades de gases de efeitos de estufa, têm uma maior preocupação em alterar a sua frota de forma a contribuir para diminuição destes impactos ambientais. No entanto, esta tarefa não é fácil dada a complexidade da operação de distribuição bem como as especificidades a ela inerentes. Este é o caso da empresa em estudo neste projeto.

2.1. Grupo

A empresa em estudo está inserida num grupo de investidores fundado em 2003. É um grupo ibérico formado por sete empresas: cinco portuguesas e duas espanholas. Em Portugal, duas são especialistas em distribuição de folhetos e publicidade não endereçadas, duas líderes de mercado no setor de entregas ao domicílio nas áreas de negócio de linha branca (bazar pesado), alimentar (entregas de compras de supermercado) e mobiliário, e por último, no setor das entregas expresso na distribuição de peças e componentes automóveis.

Em Espanha, as duas empresas operam em formato idêntico à expostas anteriormente no que respeita à vertente de entrega do domicílio, cuja atividade incide no bazar pesado e mobiliário. Aliado a estas, existe um serviço de mudanças para clientes empresariais e particulares.

2.2. A Organização

Como referido a empresa na sua componente logística é composta por dois departamentos distintos: o departamento de artigos de grande dimensão (bazar pesado) e o alimentar. Desde 1998 que entregam artigos de grande dimensão como eletrodomésticos, máquinas de desporto, entre outros, bem como compras de supermercado, nomeadamente produtos frescos, em casa dos clientes particulares ou institucionais.

A empresa é pioneira neste serviço em Portugal, marcando este mercado com algumas das mais importantes inovações do sector (uso de viaturas elétricas,

Certificação da ISO9001 e Norma IWAY). Desta forma, e com a crescente especialização da sua oferta, em 2011 expandiu para o mercado espanhol, tornando-se assim numa empresa líder a nível ibérico. Mantendo o foco e experiência adquiridos nas mais de duas décadas de existência, pretende continuar a crescer e a inovar o setor das entregas ao domicílio nas mais variadas áreas de negócio.

2.3. Departamento Alimentar

O departamento alimentar tem tido um crescimento ao longo dos últimos anos, resultante da maior adesão dos clientes a esta nova modalidade de compras, tendo o ano civil de 2020 sido um ano muito atípico face aos anteriores. A pandemia veio justificar o aumento de recursos humanos no departamento assim como a especialização de cada função tendo havido um incremento de recursos humanos nas linhas intermédias e supervisão da operação para melhor gestão das equipas e acompanhamento dos parceiros comerciais.

Desta feita, este departamento conta atualmente com um diretor de área de negócio (responsável máximo da operação alimentar), um coordenador regional da área norte, seis supervisores (três na zona centro, dois na zona norte e um na zona sul), um gestor de distribuição, três administrativas e mais recentemente, uma estagiária para produção e manutenção de *KPI's*¹. Em 2019 este departamento contava apenas com nove pessoas (um coordenador nacional, seis supervisores e duas administrativas).

O ano de 2019 registou um total de 953.833 entregas entre as diversas insígnias, em 2020 houve um aumento para 1.028.633 (mais 74.800 entregas). Em 2021 registaram-se mais 336.012 entregas (mais 35% que em 2019 e mais 33% que em 2020), ultrapassando a barreira de um milhão de entregas com 1.364.645 entregas. Isto mostra que as pessoas se habituaram a este tipo de serviço e que, apesar de haver uma previsão de menos entregas para 2022, o patamar de um milhão deverá manter-se. Até junho de 2022 foram realizadas 567208. Apesar dos meses de verão serem mais fracos, o último trimestre do ano e em especial, dezembro, tem por norma ser muito forte, o que poderá traduzir-se em números muito idênticos aos de 2021. Houve ainda também, um aumento do número de insígnias a trabalhar com este departamento.

¹ Key Performance Indicator: indicadores-chave de performance/produktividade

2.4. A Operação

A operação do departamento alimentar consiste em efetuar entregas ao domicílio das compras realizadas pelos clientes (particulares ou empresariais) dos grandes retalhistas alimentares em Portugal. Existem várias operações dentro de cada insígnia, isto é, vários supermercados que funcionam como polos de distribuição, por zona geográfica onde o retalhista quer ver as suas ordens entregues. Existem operações na região do Algarve, Costa Vicentina (no período de verão), Grande Lisboa (região de Setúbal incluída), Leiria, Coimbra, Viseu, Castelo Branco, Guarda, Aveiro, Braga, Viana do Castelo e Grande Porto. Por vezes existem serviços de carácter mais pontual para zonas mais alargadas do território nacional, tais como as zonas mais no interior do país e na periferia da Grande Lisboa. Em cada polo operacional, a empresa em estudo tem viaturas alocadas ao mesmo, de acordo com o fluxo de serviço existente no mesmo. Por exemplo, existem polos que atingem um número superior a vinte viaturas alocadas e outros com apenas uma. A operação começa quando a insígnia disponibiliza a encomenda do cliente para carregamento e posterior entrega. Existem três turnos de entrega, o período da manhã que inicia às 9h/9h30 e estende-se até às 12h30/13h, o período da tarde das 14h/14h30 às 17h30/18h e o período da noite, das 18h/18h30 às 21h30/22h. Em cada período existem diferentes janelas horárias (slots de entrega, p.e. 9h-11h, 10h-14h30, 15h-17h, 21h-23h, consoante a insígnia) que o cliente pode escolher para que a entrega seja feita nesse período.

Assim, todos os dias existem três turnos de carregamento, onde existem rotas alocadas a cada operação e a cada polo que são disponibilizadas e atribuídas ao respetivo motorista, que a irá concretizar. Quando chega o momento do carregamento, o motorista recebe a sua rota no *PDA* (dispositivo móvel onde vê a rota, clientes e faz a picagem da carga), confere o número de caixas de acordo com as faturas emitidas e procede ao carregamento da viatura. Posterior a este procedimento, segue para as entregas e no final do turno regressa à loja para descarregar o vasilhame.

A operação desta empresa é, pois, associada a uma quantidade enorme de gases de efeito estufa e CO₂ dado que existe um consumo de milhares de litros de combustível na sua operação.

2.5. Problema

A pressão para a redução de consumo de combustíveis fósseis é cada vez maior e as empresas que mais usam este recurso, são conseqüentemente, as mais penalizadas por políticas de desincentivo à emissão de CO₂. Acresce, que com o aumento de informação sobre a substituição do petróleo por energias comprovadas como “mais limpas” e sustentáveis, os próprios cidadãos começam a exigir alterações do paradigma e até mesmo as empresas nos seus valores e missões começam a ter mais responsabilidade ambiental. Desta forma, o problema em estudo é perceber a possibilidade de na empresa se alterar o tipo de frota de entregas ao domicílio, tendo em conta a quase inexistência de oferta de viaturas refrigeradas elétricas ou a hidrogénio. Para tal importa perceber se será então possível fazerem-se entregas de compras de supermercados (produtos frescos, perecíveis, congelados, etc.) com frota elétrica que são mais *eco-friendly*.

Neste projeto, tentar-se-á mostrar que o *last mile* da indústria de retalho alimentar também consegue ser sustentável, mesmo com as limitações da operação, das próprias viaturas, tanto a nível de autonomia como de refrigeração e, ainda da infraestrutura própria para suportar esta mudança de paradigma para viaturas elétricas. Pretende-se, pois, responder à seguinte pergunta:

QI: Será possível realizar entregas de *last mile* com viaturas *eco-friendly*?

3. Revisão de Literatura

Este capítulo tem como objetivo estudar e analisar a literatura existente sobre diversos conceitos que se relacionam com o objetivo do projeto. Pretende-se perceber caracterizar cadeias de abastecimento alimentar e como tem sido a evolução das entregas ao domicílio dentro destas, para posteriormente focar no objetivo deste estudo, ou seja, na possibilidade de realizar entregas ao domicílio alimentar com viaturas elétricas. Assim, este capítulo analisará trabalhos publicados sobre a cadeia de abastecimento e como o seu setor de distribuição poderá ser reorganizado para poder reduzir os impactos ambientais, nomeadamente através da utilização de viaturas *eco-friendly*.

3.1 Cadeia de Abastecimento Alimentar

A cadeia de abastecimento alimentar, tal como a generalidade das cadeias de abastecimento, começa na produção de matéria-prima e acaba com o produto final no consumidor final (Arouma, 2006). Mais propriamente esta cadeia pode ser estruturada em cinco níveis que incluem a produção agrícola, manuseamento depois da colheita, processamento, distribuição/retalho/serviço e consumo (Aday & Aday, 2020).

Dado o problema em estudo, este capítulo incide na distribuição da última milha alimentar. A entrega de mercadorias aos clientes é definida como a distribuição de última milha, e possui um enorme custo associado (Engel et al., 1986; Martín et al., 2018), sendo considerada a viagem final da cadeia alimentar onde os produtos são entregues aos consumidores (Martín et al., 2018).

Ao longo de décadas, a cadeia de abastecimento alimentar tem sofrido alterações significativas. A globalização obrigou os alimentos a percorrerem distâncias maiores e a não serem produzidos apenas para consumo local, fazendo com que o número de intervenientes da cadeia aumentasse (Ali et al., 2016). Embora possa ser caracterizada de forma semelhante as outras cadeias, esta cadeia diferencia-se pelos tipos produtos, especialmente os produtos frescos, carne/peixe e produtos congelados, que são vulneráveis a mudanças contínuas e significativas na qualidade e risco de contaminação em toda a cadeia de abastecimento (Yu & Nagurney, 2013; Ling & Wahab, 2020). Precisam de um controlo rigoroso de temperatura e de um menor tempo de viagem durante o processo da entrega de forma a evitar a deterioração da qualidade com o tempo e flutuações de temperatura (Hsu & Chan, 2014).

Hoje, as cadeias de abastecimento alimentares são redes globais complexas, criando caminhos desde as “hortas” até os consumidores finais (figura 1), envolvendo produção, processamento, distribuição e até mesmo o tratamento do desperdício alimentar (Boehlje, 1999; Aramyan et al, 2006; Trienekens & Zuurbier, 2008; Ahumada & Villalobos, 2009, Yu & Nagurney, 2013).

Com a crise da COVID-19 foram surgindo opiniões, de que a cadeia de abastecimento alimentar pudesse encurtar, defendendo ainda que, no limite, tivesse apenas dois intervenientes (produtor e consumidor final).

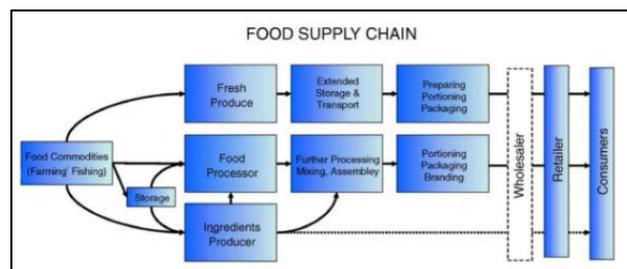


Figura 1 - Cadeia de Abastecimento Alimentar e os seus intervenientes. Fonte: Okezie, I. A. (2006). *The impact of food regulation on the food supply chain*

Devido à pandemia, a disponibilidade e o acesso aos alimentos piorou consideravelmente devido às crescentes dificuldades na distribuição. Muitos bloqueios resultaram em perturbações indesejadas do consumidor devido ao fornecimento inadequado do mercado (Heck et al., 2020; Nasereldin et al., 2021). Consequentemente, os comportamentos do consumidor também mudaram (Naja & Hamadeh, 2020; Nasereldin et al., 2021), com um impacto avassalador no sistema alimentar (Ragasa & Lambrecht, 2020; Nasereldin et al., 2021), passando estes a privilegiar entregas ao domicílio feitas a partir do canal *online*.

3.2 Crescimento do *e-commerce* e COVID-19

A pandemia veio trazer novas oportunidade de negócio para as diversas insígnias de supermercado, uma vez que foram impostas quarentenas, *lockdowns*, limitações de horário de funcionamento das lojas e ainda de pessoas no interior da mesma (Gi & Spielvogel, 2021). Embora o negócio *online* já existisse há várias décadas, as compras de supermercado raramente tinham sido um ponto importante no mercado *business-to-consumer (B2C) online* (Wang et al., 2020).

Assim, o que antes era algo que ia aumentando gradualmente (entregas ao domicílio, entenda-se), a partir de março de 2020, teve um crescimento exponencial, podendo caracterizar-se como o *boom* do *e-commerce*.

Segundo Gúsken et al (2019) e Hobbs (2020), antes da COVID-19, a falta de familiaridade, de confiança e a dúvida do consumidor neste tipo de serviços era uma barreira para uma adoção mais ampla das compras *online* de produtos alimentares.

Pode considerar-se que o período pré-COVID-19 representou os estágios iniciais do ciclo de adoção da inovação. A pandemia obrigou muitos consumidores a utilizarem as entregas de alimentos *online* pela primeira vez, forçando e acelerando a tendência do comércio eletrónico, exigindo formas de compras sem contacto, tornando-se assim num serviço cada vez mais familiar (Hobbs, 2020). Desta forma alterou-se o comportamento de compra do consumidor observando-se um aumento de consumidores a comprar *online* (Wang et al., 2020). Este aumento colocou uma enorme pressão no sistema de entrega de última milha, tendo as empresas de explorar serviços para os quais não tinham investido, obrigando-as a reinventarem-se na área das entregas ao domicílio (Hobbs, 2020; Doi, T. et al., 2021).

As compras *e-commerce* estão a tornar-se na nova forma de aquisição de produtos dos consumidores finais, até na ótica de apoiar a redução de qualquer tipo de doença viral ou com altos riscos de transmissão em locais geralmente lotados (Bakalis et al., 2020). Houve uma mudança significativa de 3% a 4% dos gastos com alimentos *online* antes da pandemia para 10% a 15% durante a pandemia (Wang et al., 2020). Como se pode observar na figura 2, tem havido um aumento constante desde 2010 no número de pessoas que compram *online*, tendo-se registado o maior aumento em 2020 (+5,8 p.p.), na utilização de comércio eletrónico, isto é, 44,5% das pessoas entre os 16 e os 74 anos efetuaram encomendas pela internet (INE – Inquérito à utilização de tecnologias de informação e da comunicação das famílias 2020).

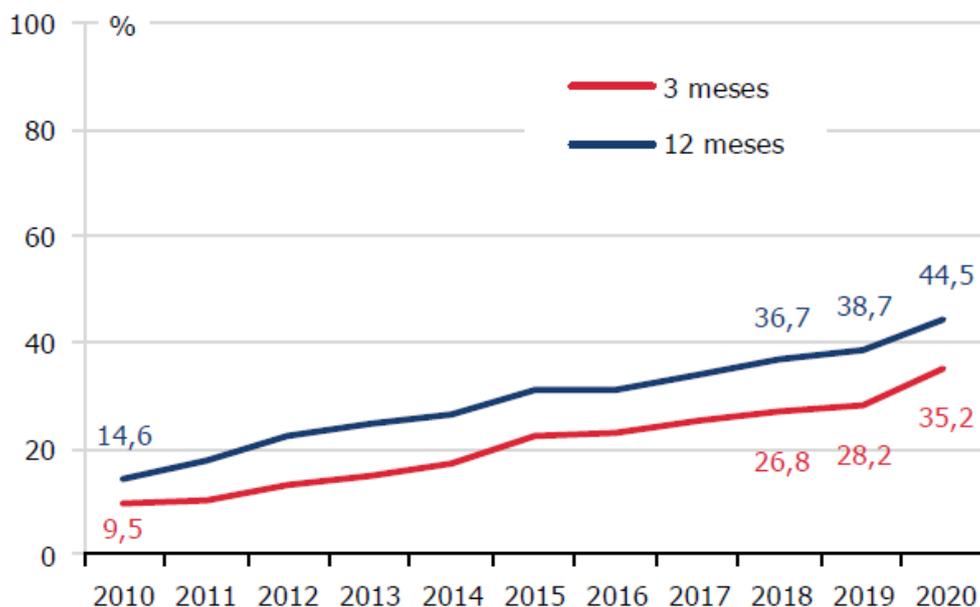


Figura 2 - % de pessoas entre os 16 e 74 anos que utilizaram comércio eletrónico em Portugal, 2010-2020. Fonte: INE – Inquérito à utilização de tecnologias de informação e da comunicação das famílias 2020.

Em 2020, 38,2% das pessoas entre os 16 e os 74 anos fizeram pedidos de *take-away* ou de entregas ao domicílio e 19% eram da categoria alimentos e/ou bebidas (INE – Inquérito à utilização de tecnologias de informação e da comunicação das famílias 2020).

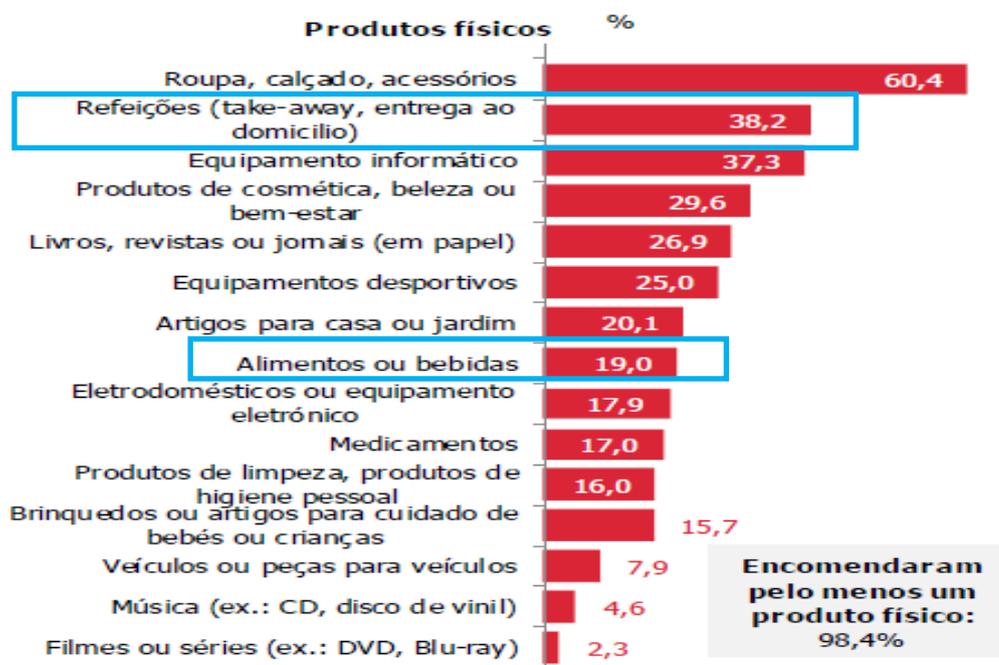


Figura 3 - % de pessoas entre os 16 e os 74 anos que utilizaram comércio eletrónico por tipologia de produto ou serviço em Portugal, 2010-2022. Fonte: INE – Inquérito à utilização de tecnologias de informação e da comunicação das famílias 2020.

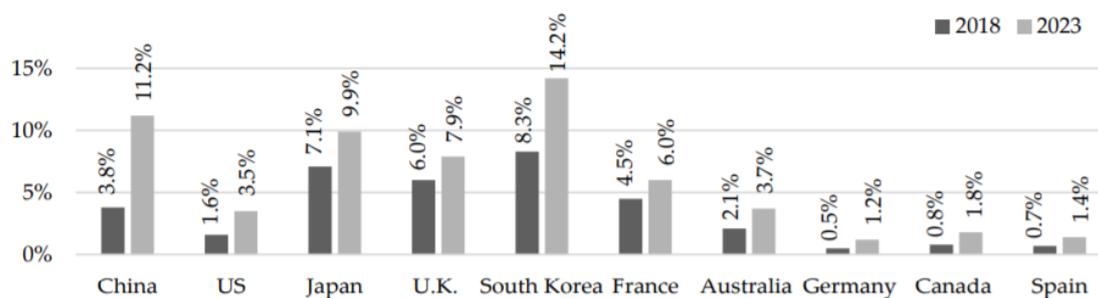


Figura 4 - % de e-grocery por país, 2018 vs. 2023. Fonte: IGD

Na figura 4, pode ver-se a percentagem do *e-grocery* em diversos países, tanto em 2018 como a previsão para 2023. Como se pode perceber, é uma indústria que vai crescer substancialmente em 5 anos, tendo a COVID-19 acelerado este processo atingido o nível de 2023 em meados de 2020.

A pandemia provocou o encerramento de restaurantes e a limitação de locais para comer, afetando assim os hábitos alimentares e de compra, e resultou numa mudança incomum da procura do serviço de alimentação para o retalho (Aday & Aday, 2020). As vendas no retalho *online* cresceram a uma taxa mais rápida do que as vendas na loja. Ao longo de 2018, a procura pelas entregas alimentares *online* aumentou 13% e os clientes gastaram 20% a mais do que os consumidores tradicionais (Murfield et. al., 2017; Batty 2018; Vazquez-Noguero et al, 2020).

Este aumento, fez com que o sistema de distribuição tivesse de ser ajustado e redefinido para melhor corresponder às expectativas e exigências dos consumidores. Desta feita, poderá ser preciso a criação de pequenos centros de distribuição em todas as cidades ou então a redução dos hipermercados para um aumento de espaço de armazenamento, de modo a permitir que os hipermercados se tornem nesses novos *hubs*. Esta pode ser a mudança do tradicional supermercado *brick-and-mortar* para a entrega *online*.

Neste momento, as entregas deixaram de ser as meramente “clássicas” (entrega de compras semanais) e passaram a servir os clientes com entregas instantâneas, produtos frescos e entrega de refeições (semi-prontas), como tem o Pingo Doce com as “Encomendas Comida Fresca do Chef”.

Em suma, as entregas via *online* tiveram um crescimento sem precedentes durante a pandemia da COVID-19, impulsionado pelos consumidores que se

viram “obrigados” a ter de encomendar *online* devido às várias restrições impostas pelos países (Herbert, 2021).

Este crescimento constante do *e-commerce* levou ao aumento do número de serviços de entrega e, como consequência, o tráfego rodoviário de última milha também aumentou, acabando por contribuir para o aumento dos gases de efeito estufa (Van Duin, R. et al., 2016; Leyerer, M. et al., 2020) pois, sejam parados ou no trânsito, estes veículos são uma fonte de emissões poluentes (Hardi & Wagner, 2019; McKinsey & Company, 2021).

Van Loon et al. (2015) concluíram que não é fácil calcular o impacto ambiental real do comércio eletrónico, uma vez que existem múltiplas interações que precisam ser abordadas, tais como a frequência de compras, os modos de transporte e as distâncias relativas entre lojas e consumidores. As emissões dependem assim do tipo de combustível e da distância percorrida pelas viaturas (Punakivi & Saranen, 2001; Siikavirta, 2002; Van Loon et al., 2015; Martín et al., 2019).

Todavia as emissões de CO₂, mas também muitos outros poluentes como NO_x, ruídos, vibrações, tornam a vida nos grandes centros urbanos desconfortável ou menos segura (McKinsey & Company, 2021). Desta forma, os políticos e os governos continuam as tentativas de promulgação de leis para combater o aquecimento global proveniente destas emissões, tentando acabar com os veículos de combustão até 2050 e alcançar “uma logística urbana sem CO₂ (*CO₂-free*) nos principais centros urbanos até 2030” (Comissão Europeia, 2020).

Por conseguinte foi necessário repensar numa maneira mais sustentável de entregas de compras ao domicílio, uma vez que o consumo de combustíveis fósseis e, por conseguinte, a sua extinção têm sido cada vez mais o foco das entidades, onde preveem fortes penalizações para quem não reduza a sua pegada ecológica. Uma da forma de atingir este objetivo é recorrer a veículos *eco-friendly* como será explicado na secção seguinte.

3.3 A distribuição alimentar e as viaturas *eco-friendly*

O setor do transporte tem um forte impacto na poluição do ar, resultando em alterações climáticas devido às emissões de gases de efeito estufa (GEE) principalmente em regiões urbanas e, esta problemática começou a exigir a substituição dos veículos de combustão interna, dando origem à eletrificação do transporte rodoviário, podendo ser este um passo promissor para vislumbrar a

sustentabilidade urbana (Kumar & Kumar, 2019). Este novo panorama tem ganho grande aceitação a nível mundial tendo sido um assunto muito debatido e estudado nos últimos anos (Ramadhas, 2011).

O aumento do número de veículos elétricos pode reduzir significativamente as emissões diretas de CO₂ e poluentes atmosféricos no setor do transporte. No entanto, esses efeitos positivos são parcialmente diminuídos por emissões adicionais causadas pela eletricidade adicional necessária e pelo uso contínuo de combustível fóssil na projeção do setor de energia em 2050 (Agência Europeia do Ambiente, 2016).

Substituir os veículos convencionais por veículos elétricos pode ajudar a reduzir as emissões, embora sempre dependente da fonte de eletricidade usada para carregar os veículos: renovável, energia nuclear ou fontes de combustível fóssil (Agência Europeia do Ambiente, 2016). Não obstante, importa realçar que nenhum veículo será alguma vez 100 % limpo. Afirma-se que um veículo elétrico parece ser a melhor escolha para o ambiente, aquando da necessidade real de se utilizar um automóvel (Unterstaller, 2019). Neste momento o veículo elétrico é visto como não poluente devido às baixas/nenhumas emissões de CO₂, mas no futuro, o que hoje são consideradas baixas, poderão vir a ser consideradas altas emissões.

Os motores elétricos são mais eficientes do que os motores de combustão, porque conseguem usar a energia toda para andar, ao contrário dos motores de combustão que usam apenas parte do combustível para andar e não a totalidade, logo, a maior quantidade de energia da bateria acaba por ser utilizada para a condução do automóvel. Especialmente em meio urbano, os veículos elétricos consomem menos energia, além de que, não emitem matérias poluentes pelo tubo de escape, tais como óxidos de azoto e partículas. Embora continuem a existir emissões de partículas decorrentes de avarias e do desgaste dos pneus, regra geral são inferiores às de um automóvel a gasolina ou a gasóleo. Os veículos elétricos também podem reduzir o ruído, especialmente a velocidades mais baixas, em que são menos ruidosos do que os automóveis convencionais (Unterstaller, 2019).

Parece claro que a contribuição dos veículos elétricos para a sustentabilidade ambiental pode ser significativa, e como aumento do serviço de entregas *online*, a alteração da frota poderá fazer a diferença, tanto para a empresa, como para os clientes, que se têm tornado mais sensíveis a este tema (Juan et al.,

2016). Podemos concluir que esta alteração parece deveras promissora, mas que também terá todo um caminho a percorrer, uma vez que a oferta deste tipo de viaturas com motor de refrigeração é escassa.

Neste contexto aparecem as viaturas *eco-friendly*, foco do presente trabalho, que são veículos que usam energia considerada “amiga do ambiente”, não produzindo gases de efeito estufa (*greenhouse gases*), ou seja, veículos que não emitem gases prejudiciais ao ambiente e à saúde humana. Existem vários tipos de veículos *eco-friendly* que usam combustíveis alternativos, usando outros recursos além do petróleo bruto, tendo estes uma combustão mais limpa devido à baixa emissão de gases poluentes para a atmosfera (Ramadhas, 2011). No entanto, neste estudo dar-se-á maior ênfase aos veículos movidos a baterias elétricas pois, foi esta a opção em estudo na empresa.

Os veículos elétricos, tal como todos os outros tipos de veículos têm aspetos positivos e negativos. O aspeto positivo principal, como já foi referido acima, é o facto de não emitirem diretamente gases de efeito estufa. Tornam-se ainda mais *eco-friendly* se, a energia necessária para carregar as baterias for produzida através de fontes de energia renováveis. Outro ponto positivo é o facto de o motor elétrico ser muito mais eficiente que os motores de combustão interna convencionais. Este tipo de veículo ainda reduz a dependência de combustíveis fósseis, uma vez que não o utilizam. Um ponto que pode ser considerado benéfico, mas também negativo, é o facto de serem veículos silenciosos. Este fator faz com que se reduza a poluição sonora, mas também se torna perigoso para os peões que atravessam a estrada, pois ao não ouvirem, associam a que nenhum veículo esteja por perto (Ramadhas, 2011).

Existem ainda desafios nos veículos elétricos como o custo dos mesmos ser bastante elevado em comparação com os carros a gasolina e diesel. O tempo de carregamento destes veículos também é alto quando comparado ao tempo de reabastecimento dos veículos a gasolina/diesel pois, um carro a combustão na reserva demora cerca de cinco/dez minutos para atestar o depósito, enquanto um veículo elétrico demora umas horas para carregar a bateria a 100%. A autonomia deste tipo de veículos é limitada, embora já tenham surgido veículos com maior autonomia (Ramadhas, 2011). A grande questão ambiental negativa deste tipo de veículos é a produção das baterias e a sua reciclagem.

O incentivo à alteração da tipologia de frota nas áreas mais urbanas tem vindo pois a alterar-se e, como resultado disso, o número de carros elétricos, furgões (*light duty vans*) e outro tipo de veículo como bicicletas e triciclos de transporte tem vindo a aumentar (Leyerer, 2020).

3.4 As viaturas elétricas atualmente

Atualmente, existem duas tecnologias principais que podem (e devem) revolucionar a indústria automóvel: veículos elétricos a bateria (*BEVs*²) e veículos elétricos movidos a célula de combustível de hidrogênio (*FCEVs*³). Ambos possuem *powertrains* elétricos com baterias e motores elétricos, mas usam diferentes sistemas de armazenamento de energia. Tudo aponta para que, a partir de 2025, o mercado comece a definir qual a tecnologia a adotar e qual a tendência a seguir, se os *BEV*, se os *FCEV* ou se os dois (Becker et al., 2022).



Figura 5 - Furgão Frigorífico Goupil

No segmento de carrinhas frigoríficas, a gama de oferta de veículos elétricos refrigerados quase não existe, ao contrário do que acontece em veículos de combustão interna onde há várias opções para equipar veículos a gasóleo e a gás com equipamento de refrigeração (Morganti, 2016). Um exemplo de um veículo elétrico é o furgão frigorífico *Goupil* (700 Kg de carga útil, volume de 6m³) que é um dos poucos modelos atualmente existentes no mercado europeu (Goupil, 2022).

Opções alternativas, com tecnologia para converter furgões elétricos em furgões frigoríficos elétricos sem grande perda de carga útil, parecem relativamente menos desenvolvidos. Os constrangimentos tecnológicos identificados centram-se na autonomia da bateria e redução de volume, e por sua vez, de carga. A autonomia para carrinhas elétricas equipadas com frigorífico é mais limitada em comparação para veículos elétricos não convertidos. Adicionar uma segunda bateria ajudará a melhorar a autonomia, no entanto a capacidade de

² BEVs: battery electric vehicle

³ FCEVs: fuel cell electric vehicles

carga poderia reduzir, em comparação com o equivalente a veículos a diesel. Outras alternativas seriam o uso de caixas de transporte de mercadoria refrigeradas (como já acontece numa das operações da empresa do caso de estudo).

Como adoção desta tecnologia tem-se o caso do ALDI que começou a fazer a distribuição diária de produtos nas lojas da grande Lisboa, no final do mês de fevereiro de 2021, com um camião elétrico, livre de emissões. Tem uma autonomia de 180km, uma certificação que reconhece veículos com baixos níveis de ruído e conta com uma instalação de baterias adicionais para o motor de frio, de modo que esta não perca autonomia (Aldi, 2021). Este acontecimento é um momento importante que pode ajudar a mudar o paradigma da cadeia de abastecimento alimentar. Mais uma vez é perceptível que a autonomia é uma limitação, mas será certamente um ponto de partida.

A adoção desta tecnologia permitirá contribuir para os objetivos e metas a alcançar no transporte de mercadorias que abaixo se descrevem.

3.5 Objetivos e Metas que se pretendem alcançar no transporte de mercadorias

O regulamento estabelece metas de emissão de CO₂ em toda a frota da União Europeia (UE) aplicáveis a partir de 2020, 2025 e 2030 e inclui um mecanismo para incentivar a adoção de veículos com emissões zero e de baixa emissão (Comissão Europeia, 2020).

Com uma nova meta a começar a ser aplicada em 2020, as emissões médias de CO₂ dos automóveis novos de passageiros registados na Europa diminuiram 12% em relação ao ano anterior e a participação dos carros elétricos triplicou (Comissão Europeia, 2020).

A 14 de julho de 2021, a Comissão Europeia adotou uma série de propostas legislativas que estabelecem como se pretende alcançar a neutralidade climática na UE até 2050, incluindo a meta intermédia de uma redução líquida de pelo menos 55% nas emissões de gases de efeito estufa até 2030. O pacote propõe a revisão de várias peças da legislação climática da UE, incluindo o EU ETS⁴, o Regulamento da Partilha de Esforços, a legislação relativa aos transportes e ao uso do solo, estabelecendo em termos reais as formas como a Comissão tenciona

⁴ EU ETS: European Union Emissions Trading System

atingir os objetivos climáticos da UE ao abrigo do Acordo Verde Europeu (Comissão Europeia, 2020).

Os governos e as autarquias introduziram regulamentações e incentivos para acelerar a mudança para a mobilidade sustentável. Os reguladores em todo o mundo estão a definir metas de emissões mais rigorosas. A UE apresentou um programa *Fit for 55*, que procura alinhar políticas de clima, energia, uso da terra, transporte e tributação para reduzir as emissões líquidas de gases de efeito estufa em pelo menos 55% até 2030. Neste seguimento, os Estados Unidos da América (EUA) introduziram uma meta de 50% de veículos elétricos para 2030. Além disto, a maioria dos governos também ofereceu subsídios sob a forma de incentivo para a aquisição de veículos elétricos (Cornet et al., 2021). De facto, mais de 150 cidades na Europa já criaram regulamentos de acesso para baixas emissões e emergências de poluição.

Acredita-se que a Europa, como um mercado orientado por regulamentações com tendências positivas de procura do consumidor, eletrificará mais rapidamente e deverá permanecer o líder global em eletrificação em termos de participação no mercado de veículos elétricos (Cornet et al., 2021). Além da meta da Comissão Europeia, que exige cerca de 60% das vendas de veículos elétricos até 2030, vários países anunciaram o fim das vendas de veículos de combustão interna. No cenário acelerado mais provável, a adoção do consumidor excederá as metas regulatórias e a Europa alcançará cerca de 75% de participação no mercado de veículos elétricos até 2030. A UE anunciou uma meta de zero emissões para carros novos até 2035 (Cornet et al., 2021).

3.6 Conclusões

No momento crítico que se vive atualmente, com a pressão para o fim do uso de combustíveis fósseis como as grandes penalizações pelo uso do mesmo, tornaram a questão das energias alternativas cada vez mais reais. A pandemia da COVID-19 veio alterar a distribuição de última milha, uma vez que para fazer face às emissões de CO₂, foram criadas metas e objetivos pelas entidades reguladoras para reduzirem as emissões de gases nocivos para a atmosfera. Uma grande meta que se acredita que vá despoletar uma alteração enorme da frota atual de entregas ao domicílio é o *fit for 55* que tem como objetivo reduzir as emissões de CO₂ em 55%. Esta meta vai obrigar a que o mercado ofereça alternativas às viaturas atuais, dando início a uma nova era de veículos eco-friendly. Embora já

comecem a existir algumas alternativas, estas não parecem ser suficientes para fazer face à problemática apresentada neste projeto, sendo que a alternativa encontrada pelo ALDI aparenta ser uma grande aposta, mas numa ótica de viaturas pesadas de mercadoria. Esta é uma lacuna existente na revisão de literatura, uma vez que existem poucos autores que tenham abordado o tema das viaturas elétricas com refrigeração, ao contrário do que já existe e já se estudou para viaturas elétricas sem refrigeração.

Neste momento, e com o aumento das entregas ao domicílio, especula-se que os números rondem os perspetivados para 2025. Este aumento, veio preocupar os responsáveis com as alterações climáticas. Embora tenha havido uma diminuição de veículos a circular nas estradas durante o *lockdown*, com o aumento de entregas ao domicílio, em especial de compras de supermercado, gerou-se também um aumento da pegada ecológica das empresas que tiveram a sorte de continuar a trabalhar para servir as necessidades dos cidadãos, uma vez que houve um maior número de viaturas a realizar este tipo de serviço. Considera-se, portanto, que, quando se refere às alterações climáticas e à qualidade do ar, os veículos elétricos ganham destaque em comparação com os veículos a combustão no setor da distribuição, sendo estes então, uma alternativa a explorar na empresa em estudo. No próximo capítulo será estudada esta alternativa.

4. Construção e Análise de Soluções para uma Distribuição mais sustentável

Neste capítulo estudam-se duas soluções para uma distribuição mais sustentável onde são utilizadas três insígnias diferentes, com o mesmo modelo de viatura, mas explorando duas configurações diferentes. O objetivo principal é perceber se será possível usar-se frota elétrica nas entregas ao domicílio. Serão considerados aspetos como a existência de autonomia suficiente para realizar as entregas, tempos de carregamento da bateria, tempo médio para atingir a temperatura refrigerada, entre outros.

4.1 Cenários a Estudar

No estudo desenvolvido consideraram-se seis cenários. O desenvolvimento dos cenários teve como foco principal a recolha de dados sobre o desempenho das viaturas elétricas e se seria viável, à data da realização do mesmo, a sua introdução neste setor. Com isto, deu-se abertura a todas as insígnias com quem a empresa trabalha para a realização de um ou vários

cenários, onde fosse possível estudar diferentes indicadores como a autonomia (e o impacto que o motor de frio teria na mesma), diferença entre a realização de trajetos mais urbanos ou menos urbanos, o tempo de refrigeração e adaptação às várias características inerentes a cada insígnia e/ou operação e, ainda, ajudar o cliente a promover a sua entrega sustentável, tendo em vista uma solução *win-win* (a insígnia promove entregas sustentáveis e a empresa reduz a sua pegada ecológica).

Dos seis cenários em estudo, três foram realizados na mesma insígnia, mas em duas operações com diferentes características. O primeiro e o terceiro cenário foram realizados num centro logístico localizado em Lisboa, onde apenas se tem a operação de entregas *online*, ou seja, existe um armazém onde são preparadas as encomendas (pedidas *online* pelos clientes) e depois expedidas para entrega ao cliente final. Sendo que nestes casos a cadeia de frio é assegurada por caixas térmicas, o que não obriga a ter compartimento refrigerado, pelo que a viatura utilizada tinha a especificidade única de ser elétrica. A área de atuação desta operação é zona de Lisboa (exceto zona da Baixa), Odivelas e Amadora, sendo caracterizada por um conjunto de entregas mais concentradas com elevado volume.

O segundo cenário também realizado numa insígnia em Lisboa exige viaturas com refrigeração, pelo que se teve de alterar a configuração da viatura elétrica, tendo de ser introduzido um motor de frio, ligado à bateria da viatura, de modo a refrigerar o compartimento dividido por um colchão, não permitindo que a zona de frio perca frio para a zona ambiente, dividindo-se a caixa da viatura em dois (zona ambiente e zona refrigerada). Este cliente atua em toda a área metropolitana de Lisboa.

O quarto cenário foi testado na mesma insígnia e operação que o primeiro e terceiro cenários, no entanto, a diferença foi no veículo utilizado. Diariamente existem entregas realizadas por uma mota nesta (e apenas) operação, pelo que foi testada a possibilidade de se usar uma mota elétrica. Estas entregas só contêm artigos de temperatura ambiente e com especificidades de volume, uma vez que a caixa da mota tem 210 litros. O raio de atuação da mota é Lisboa, tendo por vezes que fazer algumas distâncias maiores, devido às características e especificidades das entregas, pois torna difícil a concentração das mesmas num raio mais curto.

O quinto cenário foi também realizado na mesma insígnia do primeiro, terceiro e quarto cenários, mas numa operação distinta, com origem num supermercado localizado na zona de Cascais. Desta feita, além de entregas via *online*, temos entregas de “domicílios”, que são entregas onde os clientes vão à loja, escolhem os produtos, pagam e pedem para entregar em casa. Neste cenário a área de atuação é em todo o concelho de Cascais, Sintra e Oeiras. Esta operação exige viaturas com refrigeração pois, apenas o armazém “central” tem as caixas térmicas, sendo que mais nenhuma outra operação desta insígnia em Portugal trabalha com caixas térmicas.

Por fim, mas não menos importante, testou-se um sexto cenário, mas numa insígnia diferente dos cenários acima descritos. Este teste foi realizado num hipermercado em Sintra que atua num raio de 30km em torno da loja. Esta operação exige viaturas com refrigeração, pelo que a configuração do veículo foi a mesma utilizada nos cenários 2, 4 e 5.

Neste estudo utilizou-se uma marca chinesa de furgões, a *Maxus eDelivery 9* (figura 6), devido à sua autonomia real⁵ de 296km. A viatura possuiu ainda uma porta lateral (figura 6), mas sem área refrigerada, no entanto só no cenário 1 e 3 é que se utilizou essa configuração, uma vez que a operação disponibilizava caixas isotérmicas. A configuração que se utilizou nos restantes cenários foi a viatura com a incorporação de um motor de frio onde foi criada uma área refrigerada na caixa da viatura, como se pode observar nas figuras X, Y e Z abaixo, tendo-se acesso através da porta lateral.

A viatura em utilização permite um carregamento rápido sendo que em dez minutos carrega cerca de 100km de autonomia (*site Maxus Portugal*). O tipo de carregamento utilizado nesta viatura foi o carregamento monofásico, o mais lento dos carregamentos existentes. No cenário 4, onde se utilizou a mota, o veículo selecionado foi uma Super Soco CPX 125cc elétrica (figura 8), mota cujo fornecedor tinha disponível para testar, com uma autonomia anunciada de 140km⁶.

Em suma estudaram-se seis cenários, em três insígnias diferentes. Utilizaram-se dois veículos distintos (um furgão e uma mota). No furgão consideraram-se duas configurações distintas, uma com motor de frio e, por sua

⁵ segundo o site da Maxus Portugal.

⁶ segundo o site da Super Soco

vez, zona refrigerada, e outra sem zona refrigerada. Estes cenários foram os escolhidos pela empresa devido à variedade de insígnias com que trabalha e ainda por ser pioneira neste setor no que a inovações diz respeito. Desta feita, testou-se a viatura elétrica no primeiro cenário pois era o mais acessível, devido às suas poucas especificidades. Com o primeiro cenário e autonomia testada, quis-se testar o impacto que um motor de frio poderia fazer na autonomia das viaturas e, por conseguinte, realizaram-se estudos noutras operações, que ofereciam outras condições e exigem zona refrigerada.

De seguida são apresentados os cenários individualmente e os objetivos que os constituíam. Apenas se utilizou esta viatura nos testes pois é a viatura que mais autonomia apresenta no mercado.



Figura 6 - Várias perspetivas da Maxus eDelivery9

Os objetivos destes cenários são perceber até que ponto já se pode dar o passo para o uso de viaturas elétricas no transporte de compras de supermercado até ao cliente final. É importante recordar que as compras de supermercados poderão ser produtos de temperatura ambiente como pacotes de leite, conservas, pacotes de massa, arroz, entre outros e produtos de carga refrigeradas: produtos frescos (temperaturas entre os 0°C e os 5°C), hortaliças, carne, peixe, queijo, iogurtes, entre outros e produtos congelados (temperaturas negativas).

Deste modo estamos perante os seguintes objetivos:

- Autonomia;
- Custo elétrico vs custo combustão;
- Tempo de carregamento elétrico vs abastecimento combustão;
- Emissões: elétrico vs combustão

1.1.1. 1.º Cenário

Este cenário foi realizado entre 24 de junho e 02 de julho durante 9 dias. Neste cenário, o facto de a viatura não conter compartimento refrigerado não foi problema, uma vez que nesta operação os produtos refrigerados são transportados em caixas isotérmicas com placas de gelo (como se pode observar na figura 7), que permitem manter o produto fresco ou congelado durante 12 horas (segundo informação da insígnia). O objetivo principal deste cenário foi entender a dinâmica da viatura em termos de exequibilidade e eficiência na distribuição em termos de condução e se a sua autonomia era suficiente para as necessidades operacionais.

Neste primeiro teste, a viatura apresentou uma autonomia máxima de 282km o que é bastante perto da autonomia anunciada pela marca. A média de quilómetros realizados diariamente foi de 68, tendo gastado em média 72km de autonomia. Assim, conclui-se que, para se percorrer 1km real são necessários 1,05km de autonomia. Esta autonomia revelou-se bastante adequada para realizar entregas no distrito de Lisboa, sendo que não foi criada qualquer condicionante na operação de distribuição tendo a viatura sido usada exatamente como as outras viaturas a combustão.

Em suma temos:

- Média Autonomia Anunciada – 281km;
- Média Autonomia Consumida Real/dia – 72km;
- Média Kms Percorridos por dia – 68km



Figura 7 - Caixas térmicas com as placas de gelo

1.1.2. 2.º Cenário

Para o segundo cenário, a empresa adquiriu a viatura em teste, uma *Maxus eDelivery 9*, e colocou um motor de frio, criando assim uma zona refrigerada, uma vez que à data da elaboração deste projeto ainda não existem furgões elétricos com refrigeração no mercado. A insígnia também tem o seu supermercado em Lisboa e faz distribuição pela área metropolitana de Lisboa, sendo que esteve em teste durante 15 dias. Neste teste a viatura atingiu uma autonomia de 296km, sendo este o valor apresentado pela marca.

Nesta insígnia a média de quilómetros realizados foi de 99km/dia. Ao considerar-se apenas os dias em que a mesma iniciou o dia com a bateria totalmente carregada (média de 294km de autonomia), a mesma teve uma média de 114km/dia. Assim, para percorrer 1km real, são necessários, em média, 1,46km de autonomia anunciada.

No que à zona refrigerada diz respeito, 28 minutos foi o tempo médio para se atingir os 15°C negativos, no entanto este tempo pode variar com as condições atmosféricas. Neste caso, como a viatura ficava parqueada no cais de carga que é no interior, a mesma não estava exposta ao sol.

Em suma temos:

- Média Autonomia Anunciada – 294km;
- Média Autonomia Consumida Real/dia – 144km;
- Média Kms Percorridos por dia – 99km;
- Tempo Médio para atingir -15°C – 28 minutos.

1.1.3. 3.º Cenário

Neste cenário, e em simultâneo com o teste da viatura refrigerada, testaram-se também mais duas viaturas (viatura A e viatura B) na mesma insígnia

do 1.º cenário. Desta feita, desde o dia 6 de maio que se tem diariamente duas viaturas elétricas em serviço. Este cenário teve a duração de 56 dias, embora só se tenham realizado os testes em 45 dias, uma vez que aos domingos e feriados, esta operação não se realiza. A autonomia média inicial no início do dia foi de 261kms na viatura A e de 233kms na viatura B. Estas médias estão um pouco aquém da autonomia anunciada pela marca, mas tal deve-se a fatores como, dias em que não foram postas à carga por terem autonomia suficiente (a média de quilómetros percorridos num dia foi de 67,7km na viatura A e de 73,0km na viatura B), falhas elétricas no cliente, entre outros. No entanto, a viatura A atingiu uma autonomia inicial de 295km e a viatura B atingiu os 292km de autonomia.

A viatura A precisou de 1,41km de autonomia para percorrer 1km real, enquanto a viatura B precisou de 1,64km de autonomia. Apesar do cenário, das condições e das viaturas serem os mesmos, esta diferença pode ser explicada por vários fatores como por exemplo: o motorista (tipo de condução mais agressiva, mais cautelosa/defensiva), tipologia da rota (zonas urbanas, autoestradas, elevações), modos de condução (Eco, Normal ou *Power*), Ar Condicionado (ligado consome mais energia) ou ainda a carga e o respetivo peso transportado pois, quanto mais pesada for a viatura, mais autonomia vai gastar.

Em suma temos:

Viatura A:

- Média Autonomia Anunciada – 261km;
- Média Autonomia Consumida Real/dia – 96km;
- Média Kms Percorridos por dia – 68km.

Viatura B:

- Média Autonomia Anunciada – 233km;
- Média Autonomia Consumida Real/dia – 120km;
- Média Kms Percorridos por dia – 73km.

1.1.4. 4.º Cenário

Este cenário foi realizado durante três dias com uma mota à experiência, uma *Super Soco CPX 125cc* elétrica (figura 8). Atualmente existe uma distribuição diária realizada de mota com várias condicionantes: tamanho e tipologia dos artigos e artigos de temperatura ambiente. A mota tem uma caixa

com capacidade para 210 litros. Outras características são: marcha-atrás, 2 baterias que em modo normal apresentam uma autonomia de 110km (*site Super Soco Portugal*) e carregamento duplo em 3,5h. Este teste foi realizado pela região de Lisboa.

A mota percorreu durante os três dias, uma média de 74kms/dia. Com a autonomia a 100%, a mesma percorreu em média 37km, tendo um consumo de 56% da autonomia da bateria. Desta feita, para se percorrer 1km, gastou-se, em média, 1,50% de autonomia. Nos últimos 20% de autonomia a mesma ativa o modo poupança. A autonomia média real é de 110%, uma vez que entre turnos, a mesma era recarregada até atingir os 100% de autonomia, pois, como se pode constatar, em apenas um turno, a autonomia usada era mais de metade da autonomia total.

Em suma temos:

- Média Autonomia Anunciada – 110km;
- Média Autonomia Consumida Real/dia – 110%;
- Média Kms Percorridos por dia – 74km.



Figura 8 - Super Soco CPX 125cc elétrica

1.1.5. 5.º Cenário

Este cenário foi testado em Cascais, na mesma insígnia do 1.º, 3.º e 4.º cenários, mas num paradigma diferente, uma vez que a mesma exige mais quilómetros, mais deslocações fora da área urbana e com pontos de entrega mais dispersos.

Em média, a viatura iniciou o dia com 237km de autonomia, pois apenas em 2 dias, foi possível iniciar o dia com 296km de autonomia. Nesta operação, a

viatura consumiu, em média, 106km/dia, significando que precisa de 1,84km de autonomia anunciada para percorrer 1km real.

No que ao atingir a temperatura de -15°C diz respeito, a mesma necessitou de cerca de 60 minutos. Isto deve-se ao facto de a viatura estar estaciona num local descoberto onde a temperatura atmosférica tem maior incidência, especialmente no período da manhã até se iniciar o dia às 9h30/10h.

Quanto ao carregamento, o tempo médio foi de dezoito horas, para se carregar cerca de 123 km. Este carregamento era feito no final de cada dia numa tomada AC⁷, o tipo de carregamento mais lento que também é influenciado pela potência da tomada utilizada.

Sucintamente, verifica-se que:

- Média Autonomia Anunciada – 296km;
- Média Autonomia Consumida Real/dia – 106km;
- Média Kms Percorridos por dia – 58km;
- Tempo Médio para atingir -15°C – 60 minutos.

1.1.6. 6º Cenário

O 6.º cenário foi realizado num cliente diferente dos cenários anteriores. O cenário foi realizado durante um mês, no entanto, só se recolheram dados de 27 dias pois não houve esta rota em três dias. Este cliente tem especificações diferentes na cadeia de frio, uma vez que só exige que as viaturas sejam refrigeradas entre os 0°C e os 5°C. Isto faz com que o esforço do motor elétrico para chegar à temperatura refrigerada seja menor face às outras insígnias. Esta viatura teve, em média, 22 minutos para atingir uma temperatura no intervalo acima referido, sendo que a temperatura média registada no momento do carregamento foi de 2,6°C.

Esta viatura teve uma média de autonomia anunciada de 221km, bastante abaixo do valor anunciado pela marca, no entanto atingiu por duas vezes 294km de autonomia, uma vez 293km e duas vezes 292km. Esta média está influenciada pelo facto de ter havido dias em que a mesma não precisou de carregar de um dia para o outro, pois apresentava autonomia suficiente para um dia de trabalho, uma vez que, em média, a viatura percorreu 109km por dia, tendo gastado 115km de

⁷ AC: Corrente Alternada – é a corrente elétrica que se tem nas habitações, denominada de corrente doméstica.

autonomia. Assim temos que, para se percorrer 1km real, foram precisos 1,06kms de autonomia.

Assim temos:

- Média Autonomia Anunciada – 221km;
- Média Autonomia Consumida Real/dia – 115km;
- Média Kms Percorridos por dia – 109km;
- Tempo Médio para atingir 0°C – 5°C – 22 minutos.

5. Desenvolvimento/Soluções/Como/Porquê

O grande problema que se põe neste momento é a existência de soluções para o transporte elétrico de produtos refrigerados, ou seja, viaturas elétricas refrigeradas, podendo transportar-se qualquer produto de supermercado, sem estar condicionado a caixas térmicas ou apenas ao transporte de carga ambiente. Este problema poderá ter sido ultrapassado com a introdução de um motor de frio ligado à bateria da viatura elétrica de modo a criar um compartimento apto a transportar carga refrigerada.

Assim, as duas grandes interrogações deste projeto parecem estar respondidas com a solução apresentada pela *Maxus* em termos de autonomia e com a solução implementada do motor de frio, uma vez que, até à data, não existem soluções elétricas com refrigeração capazes de satisfazer a necessidade desta empresa.

Outro ponto que surge depois destes testes é relativo aos cenários 1 e 3, uma vez que a operação em questão não exige compartimento refrigerado devido ao uso de caixas isotérmicas. Ora, nesta operação, qualquer viatura poderá servir a necessidade da mesma, por isso a introdução de viaturas elétricas prende-se apenas com o investimento inicial necessário para a aquisição de viaturas elétricas, infraestrutura de carregamento e limitações na infraestrutura do cais de carga, que foram apresentadas acima.

Uma vez que a área de atuação desta empresa, não é só o apresentado nos cenários 1 e 3, verifica-se que o uso de viaturas elétricas neste serviço ainda está um pouco atrasado face a outros, uma vez que as viaturas precisam de ter uma área refrigerada. E, neste momento, qualquer introdução de mais uma viatura elétrica refrigerada, apresenta ainda alguns custos para a empresa, pois tem de adquirir a viatura sem frio e ser a mesma a instalar o motor de frio.

Assim, passamos para a análise de alguns indicadores:

- Autonomia – Como se pôde analisar a viatura elétrica apresenta autonomias suficientes para a realização de um dia normal de trabalho, tendo apenas de ser carregada no final do dia, não por necessidade, mas por segurança. Face às viaturas a combustão que, em média, de 350km em 350km têm de ser abastecidas. A autonomia de um “depósito elétrico” vai a favor das viaturas a combustão, no entanto, as elétricas apenas precisam de ser colocadas à carga no fim de cada noite, o necessário para estarem 100% operacionais ao início da noite.

- Custo elétrico vs custo combustão – O custo de carregamento da viatura elétrica em estudo é de 0,31€/kWh⁸ (segundo informação partilhada pelo Departamento de Frota). Isto significa que, para carregar 280km, a empresa gasta cerca de 27,59€, enquanto para encher um depósito de 50lt/60lt de gasóleo simples custa, em média, 80€/120€.
- Tempo de carregamento elétrico vs abastecimento combustão – As viaturas elétricas ficariam à carga a noite toda, pelo que, quando fosse necessário teriam 11h de carregamento, o suficiente para terem carga para um dia normal de trabalho, no entanto, visto que as mesmas nunca chegam a 0km de autonomia, começariam o dia sempre com a autonomia no máximo, ou perto. Ora, o ponto a favor das viaturas elétricas é o facto de serem carregadas durante a noite fora do período de entregas, enquanto as viaturas a combustão são, por norma, abastecidas durante o dia, perdendo-se cerca de vinte minutos no processo. Um depósito de uma viatura a combustão dá para quatro ou cinco dias, tendo seis/sete abastecimentos por mês (em média).
- Emissões: elétrico vs combustão – As emissões quando comparadas, a vantagem está clara nos veículos elétricos, pois não emitem qualquer tipo de gás nocivo para a atmosfera. Isto traduz-se numa melhoria substancial da pegada ecológica da empresa e, de acordo com a sua operação, conseguiria que grande parte da sua frota fosse elétrica. Além da não emissão de CO₂ por parte das viaturas elétricas, ia existir uma renovação da frota, pois as viaturas mais antigas iriam ser substituídas por viaturas elétricas, sendo que as viaturas a combustão seriam realocadas às operações que as exigiriam. Em termos de valor, uma viatura a combustão emite 2,68kg de CO₂ por litro, o que significa que por um depósito de 55lt, estas mesmas viaturas emitem cerca de 147,4kg de CO₂.

⁸ kWh: energia elétrica consumida, quilowatt-hora.

QUADRO COMPARATIVO DE CENARIOS							
	Autonomia (kms)	Autonomia Consumida (kms)	Média Kms percorridos/dia	Frio (min)	Autonomia p/ kms reais	Emissões CO2 kms percorridos (2,68kg por litro)	
						Gasoleo	Eletrico
C1	281	72	68	n.a.	1,05	29,16	0
C2	294	144	99	28	1,46	42,45	0
C3 A	261	96	68	n.a.	1,41	29,16	0
C3 B	233	120	73	n.a.	1,64	31,30	0
C4 Mota	110	110%	74	n.a.	1,50%	31,73	0
C5	296	106	58	60	1,84	24,87	0
C6	221	115	109	22	1,06	46,74	0

Tabela 1 - Quadro comparativo de cenários

Do quadro acima, verificamos que não há muitas diferenças entre a autonomia anunciada pela marca e os resultados que se obteve da média de carregamentos efetuados, embora facilmente se consiga atingir os 100% de carregamento com a alteração de tipo de carregamento, passando para um mais potente.

Em termos de autonomia consumida para os quilómetros realizados no dia levanta mais dúvidas, no entanto tem de se ter em conta ao detalhe de cada cenário e outros fatores como o condutor, a carga, as áreas de distribuição, entre outros, tendo estes influência direta no consumo real da viatura.

A existência de uma área refrigerada retira autonomia à viatura, mas não o suficiente para que a esta perca competitividade face às viaturas a gasóleo.

O maior destaque está claramente no comparativo entre as emissões de CO2 das viaturas a combustão face às elétricas.

De todos os cenários, o primeiro e o sexto são os que se destacam mais, pela autonomia gasta para se percorrer 1km real e o cenário 6 ainda pela vertente da refrigeração (apenas de 0°C a 5°C).

O cenário da mota é um cenário que se coloca à parte, no entanto, apresenta valores muito interessantes para fazer face à viatura a combustão, uma vez que, em média, os quilómetros são suficientemente cobertos pela autonomia apresentada.

Como recomendações para a empresa, os seguintes aspetos devem ser observados:

1 – Deve a empresa traçar uma meta temporal onde se compromete a introduzir de forma gradual frota de tipologia elétrica, até conseguir atingir uma frota 100% sustentável, começando por substituir as viaturas mais antigas por estas.

Este objetivo tem como meta atingir a neutralidade carbónica do *last mile* na área alimentar no setor das entregas ao domicílio. Apesar da pressão ser enorme por parte das entidades, este tipo de investimento tem de ser cauteloso, uma vez que as ofertas de mercado são limitadas. Aconselha-se vivamente a empresa a não parar de apostar na frota elétrica porque a sua mudança de paradigma começou assim que os cenários começaram a ser testados, onde se verificou ser uma aposta *win-win*.

2 – Aconselha-se que adote também, uma postura atenta de *benchmarking* numa ótica de vantagem competitiva face aos seus concorrentes, pois poderão surgir viaturas mais sustentáveis, ou com mais autonomia, capazes de satisfazer a necessidade vigente.

6. Conclusões

A cadeia de abastecimento alimentar e o processo de distribuição *last mile* têm sofrido alterações com o aumento da era digital, e muito mais com a pandemia que teve início em 2019. A pandemia fez com que o pequeno, mas ao mesmo tempo grande processo de *last mile* tivesse de ser analisado e repensado, aliado ao constante aumento do número de entregas diárias, o que em consequência teve impacto num aumento de veículos em distribuição, contribuindo para uma crescente pegada ecológica. Este fenómeno foi observado na empresa em estudo tendo aumentado a sua preocupação de construir alternativas às atuais viaturas para garantir uma distribuição mais sustentável.

É neste contexto que surge o presente trabalho, onde se estudou um conjunto de cenários que caracterizam a operação da empresa e podem ajudar na tomada de decisão no processo de transformação para uma distribuição mais sustentável. De modo a tornar o estudo o mais completo possível, a utilização dos seis cenários permitiu que a empresa tivesse uma maior noção das várias componentes dos mesmo e da utilização das viaturas elétricas. Estudaram-se cenários onde a viatura utilizada tinha apenas a configuração elétrica pois os mesmos não exigiam área refrigerada, uma vez que se utilizavam caixas isotérmicas para manter a cadeia de frio dos produtos refrigerados e congelados. Noutros cenários, a área refrigerada da viatura era uma imposição, pelo que foi necessário introduzir um motor de frio ligado à bateria da viatura. Nestes cenários, desmistificou-se a autonomia das viaturas elétricas com motor de frio, chegando-se à conclusão de que o impacto de autonomia é pouco para o motor de frio. Estes cenários, combinaram zonas mais urbanas com zonas de maiores distâncias entre entregas. Analisou-se ainda um cenário com recurso a uma mota elétrica, tendo esta realizado exatamente as mesmas rotas que a mota a combustão atual.

Com a existência de veículos elétricos com maior autonomia, como a viatura em testada nos cenários estudados, a *Maxus eDelivery 9*, tornou-se possível olhar para um modelo mais sustentável neste setor.

Face aos testes realizados, a introdução de viaturas elétricas parece promissora, no entanto há aspetos que precisam de uma maior evolução e não conseguem fazer face aos veículos de combustão interna, de tal maneira que não é possível trocar a frota toda desta empresa devido às especificidades que certas operações exigem tais como a realização de 300/400km diários. No entanto, a

empresa deve definir uma meta temporal, de modo a ir substituindo gradualmente as viaturas atuais por viaturas elétricas, especialmente nas operações que tenham distribuição nos grandes centros urbanos, uma vez que é aqui que as viaturas elétricas apresentam uma grande vantagem face às viaturas a combustão. E ainda, é recomendado que a empresa adote especial atenção ao mercado de viaturas elétricas numa ótica de vantagem competitiva, como mencionado anteriormente, podendo ser estas mais capazes de satisfazer as necessidades operacionais da empresa.

Apesar de se revelarem uma ferramenta útil para descarbonizar o processo de última milha, os veículos elétricos exigem o carregamento das baterias ao fim de 150/200km quando comparados com as viaturas a combustão que apenas requerem abastecimento a cada 350/400km. Acresce que o tempo de carregamento face ao tempo de abastecimento e ainda, o tempo de refrigeração das viaturas elétricas são desvantagens desta nova solução (Juan et al, 2016). A nível de autonomia, com a crescente evolução do volume deste tipo de entregas, a mesma poderá deixar de ser problemática, uma vez que, quanto mais entregas se realizar, menor será o raio de ação de cada veículo.

Conclui-se ainda que o tipo de viatura estudada apresenta um maior rendimento em áreas urbanas e em zonas de “para-arranca”, uma vez que a bateria só é utilizada aquando locomoção da própria viatura. Enquanto num carro a combustão, o mesmo não acontece, visto que basta o mesmo estar ligado para ter um gasto contínuo de combustível. Em contrapartida, as viaturas elétricas perdem competitividade nos trajetos mais longos e de velocidade constante.

A evolução dos tempos de carregamento das baterias e, em especial, do tempo até atingir a temperatura necessária para o transporte de produtos refrigerados, apresentam obstáculos para uma frota 100% sustentável. Todavia, ao ultrapassar estas desvantagens, aproximamo-nos do ponto de viragem para uma operação totalmente eletrificada.

Verificou-se então que, as viaturas elétricas sem frio conseguem usar 1,05km de autonomia para percorrer 1km, na melhor das hipóteses, sendo que na pior hipótese, usam 1,65km. Isto contradiz a teoria e o pensamento direto de que viaturas sem motor de frio deveriam usar menos autonomia para percorrer 1km. Esta premissa justifica-se pela elevada carga transportada nessa operação, pelo tipo de condução dos motoristas, entre outros.

A melhor autonomia de uma viatura elétrica refrigerada foi registada no último cenário, sendo preciso 1,06km de autonomia, no entanto este cenário apenas necessita de temperaturas entre os 0°C e os 5°C, sendo necessário menos tempo até se atingir o frio, como se verificou (22 minutos face aos 28 minutos do cenário 2 e 60 minutos do cenário 5). O cenário mais desfavorável foi o cenário 5, uma vez que apresentou maior tempo médio para atingir os -15°C, pois a viatura ficava parqueada ao ar livre dentro do cais e numa zona onde o sol incide diretamente. Foi ainda, o cenário que mais autonomia usou para se percorrer 1km real, 1,84km.

Acrescenta-se ainda o facto do custo de um “depósito” elétrico (280km) ser mais barato, pois custa cerca de 30€ enquanto um depósito de gasóleo (350km) chega a custar de entre três e quatro vezes mais. A nível de emissões de CO₂, as viaturas elétricas têm vantagem uma vez que não emitem qualquer gás nocivo para a atmosfera. Já as viaturas a combustão emitem cerca de 147,4kg de CO₂ por cada depósito consumido.

Face ao exposto acima, a empresa compromete-se a ir introduzindo e aliciando os seus parceiros para a introdução de mais frota 100% sustentável, contabilizando assim três viaturas elétricas e a introdução de mais uma no início de outubro de 2022. Está ainda comprometida em introduzir a quarta viatura elétrica num curto espaço de tempo e a preparar-se para iniciar mais um teste com uma tipologia de viatura diferente do testado neste projeto.

Torna-se assim evidente que a utilização de fontes de energia sustentáveis na logística rodoviária e no transporte é mais do que nunca necessária, e constitui um fator crítico para a evolução de um mundo economicamente e ambientalmente sustentável.

7. Limitações

A utilização deste tipo de viaturas exige vários tipos de investimento: em infraestrutura de carregamento, de modo a permitir que as viaturas disponíveis carreguem sem limitações, investimento em adaptações das viaturas elétricas com a introdução do motor de frio e ainda investimento da empresa nas viaturas. Outra limitação deste tipo de viaturas é o tempo médio necessário para se atingir o frio exigido pelo cliente, em especial nas entregas que exigem -15°C .

Uma vez que esta empresa faz a distribuição quase nacional a partir de vários pontos de vários distritos, uma grande limitação observa-se nas rotas que se estendem para mais de 80km/100km da loja, as chamadas rotas alargadas. Por exemplo, na zona da Covilhã, há rotas com 300km (atua no distrito de Castelo Branco e Guarda), o que é um entrave à utilização de viaturas elétricas. E como a Covilhã, há Leiria (rotas até Peniche/Baleal), Seixal (vai a Tróia na altura do verão), Algarve (atuam em toda a região algarvia), entre outros, que atuam numa área muito extensa em relação ao *hub* de carregamento.

Com isto, as entregas poderão ser feitas com recurso a viaturas elétricas, mas em áreas mais urbanas e mais centrais, tendo-se uma frota com viaturas a combustão para rotas longas, acima de 80/100km por turno e viaturas elétricas para as restantes.

Referências

- Aday, S. & Aday, M. S. (2020). Impact of covid-19 on the food supply chain. *Food Quality and Safety*, 4, pp.167-180.
- Ahumada, O. & Villalobos, J.R. (2009). Application of planning models in the agri-food supply chain: a review. *European Journal of Operational Research*, 196(1), pp.1–20.
- Ali, M. H., Zhan, Y., Alam, S. S., Tse, Y. K. & Tan, K. H. (2016). Food supply chain integrity: the need to go beyond certification. *Industrial Management & Data Systems*, 17(8), pp.1589-1611.
- Andreas Unterstaller (2019). Veículos elétricos: uma escolha inteligente em defesa do ambiente. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/pt/articles/veiculos-eletricos-uma-escolha-inteligente> [Acesso em: 2021/08/31].
- Aramyan, C., Ondersteijn, O., van Kooten, O. & Lansink, A.O. (2006). Performance indicators in agri-food production chains. *Quantifying the Agri-Food Supply Chain*, Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 49–66.
- Aruoma, O. I. (2006). The impact of food regulation on the food supply chain. *Toxicology*, vol 221, 1, pp.119-127.
- Bakalis, S., Valdramidis, V. P., Argyropoulos D., Ahrne, L., Chen, J., Cullen, P. J., Cummins, E., Datta, A. K., Emmanouilidisi, C., Fosterj T., Fryer, P. J., Gouseti, O., Hospido, A., Knoerzerl, K., LeBail, A., Marangoni, A. G., Rao, P., Schlüter, O. K., Taoukis, P., Xanthakis, E. & Van Impe, J. F. M. (2020). *Perspetives from CO+Re: How covid-19 changed our food systems and food security paradigms. Food Science*, pp.166-172.
- Batty, E. N. (2018). *Global online FMCG sales grow by 13%*. Disponível em: <https://www.kantarworldpanel.com/global/News/global-online-fmcg-sales-grow-by-13> [Acesso em: 2021/09/02];
- Becker, H., Bichucher, V., Dwyer, J., Engstrom, S., Farrag-Thibault, A., Hamdi-Cherif, C., Heid, B., Hertzke, P., de Monts, A., Östgren, E., Gogh, M. V., Wolff, C. & Yang, E. (2022). Road freight global pathways report. *McKinsey & Company*.

- Boehlje, M. (1999). Structural changes in the agricultural industries: how do we measure, analyze and understand them?. *American Journal of Agricultural Economics*, 81 (5), pp.1028–1041.
- Cornet, A., Heuss, R., Tschiesner, A., Hensley, R., Hertzke, P., Möller, T., Schaufuss, P., Conzade, J., Schenk, S., von Laufenberg, K. (2021). Why the automotive future is electric. *McKinsey & Company*.
- Departamento de MarCom Aldi (2021). *ALDI é o primeiro retalhista alimentar em Portugal a apostar na distribuição com camião elétrico*. Disponível em: <https://www.aldi.pt/empresa/imprensa/aldi-aposta-em-distribuicao-com-camiao-eletrico-.html> [Acesso em: 2022/02/02].
- Doi, T., Hannon, E., Heid, B., Huber, A., Mathis, R., Murakami, Y. & Odawara, H. (2021). Efficient and sustainable last-mile logistics: Lessons from Japan. *McKinsey & Company*.
- EDP Portugal. Disponível em: <https://www.edp.pt/particulares/apoio-cliente/perguntas-frequentes/pt/solucoes-sustentaveis/mobilidade-eletrica/veiculo-eletrico-como-sei-quanto-vou-pagar-pelos-meus-carregamentos/faq-19031/> [Acesso em: 2022/07/28].
- Engel, J.F.; Blackwell, R.D.; Miniard, P.W. *Consumer Behavior*, 5th ed.; Dryden: Hinsdale, IL, USA, 1986.
- Comissão Europeia (2011). White Paper on Transport-Roadmap to a Single European Transport Area - Towards a Competitive and Resource-Efficient Transport System. *Publications Office of the European Union: Luxemburg*.
- Comissão Europeia (2020). *CO2 emission performance standards for cars and vans*. Disponível em: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans_en [Acesso em: 2022/02/03].
- European Environment Agency (2016). *Electric vehicles and the energy sector – impacts on Europe’s future emissions*. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-and-the-energy> [Acesso em: 2022/02/15].

- Gi, M. T. P. & Spielvogel, J. (2021). The e-grocery challenge: Moving toward profitable growth. *McKinsey & Company*.
- Goupil. *Goupil*. Disponível em: <https://www.goupil-ev.com/en/> [Acesso em: 2022/02/02].
- Güsken, S. R., Janssen, D. & Hees, F. (2019). *Online* grocery platforms – understanding consumer acceptance. Proceeding of the 2019 ISPIM Connects Conference. International Society for Professional Innovation Management, Manchester.
- Hardi, L. & Wagner, U. (2019). Grocery delivery or customer pickup – influences on energy consumption and CO2 emissions in Munich. *Sustainability*, 11(3).
- Heck, S., Campos, H., Barker, I., Okello, J. J., Baral, A., Boy, E. et al. (2020). Resilient Agri-Food Systems for Nutrition amidst COVID-19: Evidence and Lessons from Food-Based Approaches to Overcome Micronutrient Deficiency and Rebuild Livelihoods after Crises. *Food Security*, 12, pp.823-830.
- Herbert, R., Nyssens, J. A., Vallöf, R., Wachinger, T. (2021). A year like no other for European grocery retailers: the state of the industry post 2020. *McKinsey & Company*.
- Hobbs, J. E. (2020). Food supply chains during the COVID-19 pandemic. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 68, pp.171-176.
- Hsu, C. & Chen, W. (2014). Optimizing fleet size and delivery scheduling for multi-temperature food distribution. *Applied Mathematical Modelling*, 38(3), pp.1077–1091.
- Juan, A. A., Mendez, C. A., Faulin, J., de Armas, J. & Grasman, S. E. (2016). Electric vehicles in logistics and transportation: a survey on emerging environmental, strategic, and operational challenges. *Energies*, 9.
- Kumar, R. R. & Kimar, A. (2019). Adoption of electric vehicle: a literature review and prospects for sustainability. *Journal of Cleaner Production*.
- Leyerer, M., Sonneberg, M., Heumann, M. & Breitner, M. H., 2020. Shortening the last mile in urban areas: Optimizing a smart logistics concept for e-grocery operations. *Small cities*, 3 (3), pp.585-603.

- Ling, E. K., & Wahab, S. N. (2020). Integrity of food supply chain: going beyond food safety and food quality. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 29(2), pp.216.
- Martín, J. C., Pagliara, F. & Román, C. (2018). The research topics on e-grocery: trends and existing gaps, *Sustainability*, 11(2), pp.321.
- McKinsey & Company (2021). E(lectric) commerce: Volta trucks' vehicle for sustainable delivery. *McKinsey & Company*.
- Morganti, E. (2016). Electric vehicles for urban food transport: the case of fruit and vegetables deliveries. *Roads and mobility – Creating new value from transport*.
- Murfield, M., Boone, C.A., Rutner, P. and Thomas, R. (2017), "Investigating logistics service quality in omni-channel retailing", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 47(4), pp. 263-296.
- Naja, F., & Hamadeh, R. (2020). Nutrition amid the COVID-19 Pandemic: A Multi-Level Framework for Action. *European Journal of Clinical Nutrition*, 74, pp.1117-1121.
- Nasereldin, Y. A., Brenya, R., Basse, A. P., Ibrahim, I. E., Alnadari, F., Nasiru, M. M. & Ji, Y. Q. (2021). Is the Global Food Supply Chain during the COVID-19 Pandemic Resilient? A Review Paper. *Open Journal of Business and Management*, 9, pp.184-195.
- Punakivi, M.; Saranen, J. (2001). Identifying the success factors in e-grocery home delivery. *International Journal of Retail and Distribution Management*. 2001, 29, pp.156–163.
- Ragasa, C., & Lambrecht, I. (2020). COVID-19 and the Food System: Setback or Opportunity for Gender Equality? *Food Security*, 12, pp.877-880.
- Ramadhas, A. S. (2011). *Alternative fuels for transportation*. 1.^aEd. New York: CRC Press.
- Saarinen, L., Loikkanen, L., Tanskanen, K., Kaipia, R., Takkunen, S. & Holmström, J. (2020). Agile planning: avoiding disaster in the grocery supply chain during COVID-19 crisis. Department of Industrial Engineering and Management. *Business+Economy*.

- Siikavirta, H.; Punakivi, M.; Kärkkäinen, M.; Linnanen, L. (2002). Effects of E-Commerce on Greenhouse Gas Emissions: A Case Study of Grocery Home Delivery in Finland. *Journal of Industry Ecology*. 2002, 6, pp.83–97.
- Super Soco Portugal. Disponível em: <https://www.vmosoco.pt/pt/models/cpx.html> [Acesso em: 2022/05/20].
- Trienekens, J. & Zuurbier, P. (2008). Quality and safety standards in the food industry, developments and challenges. *International Journal of Production Economics*, 113, pp.107–122.
- Van Duin, R.; De Goffau, W.; Wiegman, B.; Tavasszy, L. & Saes, M. (2016). Improving Home Delivery Efficiency by Using Principles of Address Intelligence for B2C Deliveries. *Transportation Research Procedia* 2016, vol. 12, pp.14–25.
- Van Loon, P.; Deketele, L.; Dewaele, J.; McKinnon, A.; Rutherford, C. (2015). A comparative analysis of carbon emissions from *online* retailing of fast moving consumer goods. *Journal of Cleaner Production*. 2015, 106, pp.478–486.
- Vazquez-Noguerol, M., Comesaña-Benavides, J., Poler, R. et al. (2020). An optimisation approach for the e-grocery order picking and delivery problem. *Central European Journal of Operations Research*, 30, pp.961-990.
- Wang, Y., Xu, R., Schwartz, M., Ghosh, D. & Chen, X. (2020). Covid-19 and retail grocery management: insights from a broad-based consumer survey. *IEEE Engineering Management Review*, 48 (3), pp.202-211.
- Yu, M. & Nagurney, A. (2013). Competitive food supply chain networks with application to fresh produce. *European Journal of Operational Research*, 224(2), 273–282.