

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR
2021/2022, 1ª Edição**



TII

**CONTRIBUTOS PARA A NEUTRALIDADE DE CARBONO NA FORÇA
AÉREA**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

**Carlos Miguel Freixo Calaixo
CAP/TMMT**



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

CONTRIBUTOS PARA A NEUTRALIDADE DE CARBONO
NA FORÇA AÉREA

CAP/TMMT Carlos Miguel Freixo Calaixo

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2021/22, 1.^a Edição

Pedrouços 2022



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

CONTRIBUTOS PARA A NEUTRALIDADE DE CARBONO
NA FORÇA AÉREA

CAP/TMMT Carlos Miguel Freixo Calaixo

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2021/22, 1.^a Edição

Orientador: COR/NAV Carlos Jorge Ramos Páscoa

Pedrouços 2022



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **Carlos Miguel Freixo Calaixo**, declaro por minha honra que o documento intitulado **CONTRIBUTOS PARA A NEUTRALIDADE DE CARBONO NA FORÇA AÉREA** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **Curso de Promoção a Oficial Superior – Força Aérea 2021/22, 1.ª Edição** no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **27 de janeiro de 2022**¹

Pedrouços, **09 de fevereiro de 2022**²

Carlos Miguel Freixo Calaixo
CAP/TMMT

¹ Data de entrega da versão do TII destinada a Provas Públicas de Defesa.

² Data de entrega da versão final do TII, após Defesa em sede de Provas Públicas (em 08FEV22).



Agradecimentos

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.”

Sir Isaac Newton³

A concretização deste trabalho de investigação é como a realização de uma corrida longa, num tempo recorde, como se de uma prova de velocidade se tratasse. E é preciso sair da nossa zona de conforto para a sua concretização. É o culminar de uma etapa difícil, mas que me propus a ultrapassar, na minha carreira militar. É o resultado de muito esforço e dedicação aplicados na sua elaboração, com muitas dificuldades pelo caminho.

A concretização deste estudo não seria possível sem a disponibilidade e apoio incontornável do meu Orientador, o Coronel Navegador na situação de Reserva, Carlos Páscoa que, com os seus conhecimentos e vasta experiência neste tipo de função, me apoiou e orientou no caminho a seguir, na metodologia, análise e redação do trabalho. O meu muito OBRIGADO.

A todos os entrevistados, que demonstraram total disponibilidade e despenderam o seu precioso tempo, para contribuir com o seu conhecimento, as suas experiências e as suas ideias, para a concretização deste trabalho.

Aos camaradas do CPOS, Marinha, Exército, GNR e claro, aos grandiosos da Força Aérea, que sempre prestaram o seu apoio incondicional e demonstraram a sua união mesmo nos momentos árdus e stressantes que aqui foram vivenciados.

À minha família que me proporcionou as oportunidades sociais e educacionais necessárias para chegar a este momento, e que nos últimos meses se viu privada da minha companhia e do meu melhor estado de espírito.

O meu agradecimento especial vai para a minha esposa que, a experienciar a mesma situação que eu, a frequentar este mesmo CPOS, conseguiu ainda assim, manter o rumo e a estabilidade familiar, mostrando sempre compreensão, motivação, ânimo e coragem para que juntos e após abraçar este desafio, conseguíssemos ser bem-sucedidos. AMO-TE!

Aos meus filhos pelas brincadeiras em falta, pelas ausências mesmo quando estava em casa, pelas dificuldades extras que sem intenção lhes criei. Que apesar das contrariedades, sejam sempre felizes e cresçam saudáveis. AMO-VOS!

³ Físico e matemático inglês. Conhecido por ter estabelecido as Leis do Movimento (Leis de Newton).



Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento teórico e conceptual	4
2.1. Eficiência Energética	8
2.2. Energia Renovável	8
2.3. Gases com Efeito de Estufa	11
2.4. Neutralidade Carbónica	13
2.5. Modelo de Análise	14
3. Metodologia e método	15
3.1. Metodologia	15
3.2. Método	15
3.2.1. Participantes e procedimentos	15
3.2.2. Instrumentos de recolha de dados	15
3.2.3. Técnica de tratamento de dados	16
4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados	17
4.1. QD1: Qual o estado energético atual nos Transportes da FA?	18
4.1.1. Distâncias percorridas por tipologia de frota	18
4.1.2. Consumos de combustível por tipologia de frota.....	18
4.1.3. Comparação com o ano de 2005	19
4.1.4. Síntese conclusiva e resposta à QD1	20
4.2. QD2: Quais as medidas para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FA?	20
4.2.1. Utilização de biocombustíveis e combustíveis sintéticos	20
4.2.2. Coordenação e partilha de Transportes	21
4.2.3. Substituição de viaturas.....	22
4.2.3.1. Viaturas Elétricas.....	22
4.2.3.2. Viaturas Híbridas	23
4.2.3.3. Viaturas a <i>fuel cell</i> de H ₂	23
4.2.4. Síntese conclusiva e resposta à QD2.....	24
4.3. QC: Quais os contributos para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FA?	24
4.3.1. Redução do consumo de combustível através da redução da distância percorrida.....	24



4.3.2.	A utilização de biodiesel B30 e B15	25
4.3.3.	Substituição faseada de 469 viaturas.....	26
4.3.4.	Síntese conclusiva e resposta à QD3.....	27
5.	Conclusões	29
	Referências bibliográficas	32

Índice de Apêndices

Apêndice A – Modelo de análise	Apd A-1
Apêndice B – Guião da entrevista semiestruturada a perita da DAT.....	Apd B-1
Apêndice C – Guião da entrevista semiestruturada a peritos das Unidades da FA... Apd C-1	
Apêndice D – Fórmulas para calcular as emissões de GEE.....	Apd D-1
Apêndice E – Frotas da FA comparação entre 2021 e 2005	Apd E-1
Apêndice F – Projeção das emissões de GEE até 2050 face a 2005	Apd F-1

Índice de Figuras

Figura 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	5
Figura 2 – Balanço da Produção de Eletricidade em Portugal Continental em 2021.....	9
Figura 3 – Fases de Produção do <i>eFuel</i> da Porsche	10
Figura 4 – Quilómetros por frota das viaturas da FA em 2021	18
Figura 5 – Consumo de combustível por frota das viaturas da FA em 2021	19
Figura 6 – Projeção para atingir a Neutralidade de Carbono nos Transportes da FA	28

Índice de Quadros

Quadro 1 – Identificação dos entrevistados.....	16
Quadro 2 – Fórmulas para calcular as emissões de GEE	Apd D-1
Quadro 3 – Distância percorrida e consumo das frotas da FA em 2021 e 2005	Apd E-1
Quadro 4 – Previsão da redução de GEE ao reduzir distâncias e consumos até 25% Apd F-1	
Quadro 5 – Vantagens da utilização de Biocombustíveis pelas viaturas da FA.....	Apd F-1
Quadro 6 – Medidas para a neutralidade de carbono nos Transportes da FA.....	Apd F-1
Quadro 7 – Substituição de viaturas e previsão de emissões de GEE.....	Apd F-2
Quadro 8 – Custo de aquisição viaturas e custos operacionais a 6 anos	Apd F-2



Índice de Tabelas

Tabela 1 – Tipo de Frotas da FA	17
---------------------------------------	----



Resumo

As preocupações ambientais da Organização das Nações Unidas vertidas na Agenda 2030 e no Acordo de Paris em 2015, que Portugal ratificou, urge a que se atinja a neutralidade carbónica até 2050, para reduzir o aquecimento global e as alterações climáticas.

A visão estratégica de Portugal, para o cumprimento das metas ambientais pelos diversos setores de atividade, encontra-se refletida principalmente no Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 e no Plano Nacional de Energia e Clima 2030.

Este Trabalho de Investigação Individual visa estudar, identificar e analisar a situação atual do setor de Transportes, para avaliar os contributos para a neutralidade de carbono na Força Aérea, com o objetivo de cumprir com os normativos nacionais e internacionais.

Para esta investigação foi utilizada uma metodologia baseada no raciocínio dedutivo, uma estratégia mista e um desenho de pesquisa de estudo de caso.

Concluiu-se que implementando a redução do consumo de combustível, a redução da distância percorrida pelas viaturas, a utilização de biocombustíveis em viaturas que sejam compatíveis e a substituição faseada de viaturas de diferentes frotas, por viaturas com 0% de emissões de gases com efeito de estufa, compõem um conjunto de contributos identificados para a neutralidade de carbono na Força Aérea.

Palavras-chave: Força Aérea, Neutralidade Carbónica, Gases com Efeito de Estufa, Energia Renovável e Eficiência Energética.



Abstract

The environmental concerns of the United Nations under the 2030 Agenda and the Paris Agreement in 2015, that Portugal has ratified, urge carbon neutrality by 2050 to reduce global warming and climate change.

Portugal's strategic vision for the achievement of environmental targets by the various sectors of activity reflected mainly in the Roadmap for Carbon Neutrality 2050 and the National Energy and Climate Plan 2030.

This Individual Research Work aims to study, identify, and analyse the current situation of the Transport sector, to evaluate the contributions to carbon neutrality in the Air Force, with the aim of complying with national and international regulations.

For this investigation, we used a methodology based on deductive reasoning, a mixed strategy, and a case study research design.

It was concluded that by implementing the reduction of fuel consumption, the reduction of the distance travelled by the vehicles, the use of biofuels in vehicles that are compatible and the phased replacement of vehicles from different fleets, by vehicles with 0% greenhouse gas emissions, make up a set of identified contributions to carbon neutrality in the Air Force.

Keywords: *Air Force, Net-zero Emissions, Greenhouse Gases, Renewable Energy e Energy Efficiency.*



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

A

APA	Agência Portuguesa do Ambiente
APREN	Associação de Energias Renováveis
ACR	Autocarros
AMB	Ambulâncias
ATA	Auto Tanques de Água
ATC	Auto Tanques de Combustível
AUT	Automóveis
AVA	Auto Vassouras

B

BA5	Base Aérea n.º 5
BA11	Base Aérea n.º 11
B7	Biodiesel com 7% de biocombustível
B15	Biodiesel com 15% de biocombustível
B30	Biodiesel com 30% de biocombustível
B100	Biodiesel com 100% de biocombustível

C

CAG	Camiões Pesados
CAP	Camionetas
CBS	Camião Basculante
CEMFA	Chefe de Estado Maior da Força Aérea
CH ₄	Metano
CMDT	Comandante
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO ₂ eq	Dióxido de Carbono Equivalente
CPOS-FAP	Curso de Promoção a Oficial Superior da Força Aérea Portuguesa
CQNUAC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas
CSR	Camião Trator Semi-Reboque
CTNU	Coleção dos Tratados das Nações Unidas



D

DAT	Direção de Abastecimento e Transportes
DL	Decreto-Lei
DR	Diário da República

E

EEM	Equipamentos de Engenharia Militar
EM	Esquadilha de Manutenção equiparadas a Esquadra
EMB	Esquadra de Manutenção de Base
EMC	Equipamentos de Movimentação de Carga
EN	Norma Europeia
EQ	Equivalente
ET	Esquadilha de Transportes

F

FA	Força Aérea
FFAA	Forças Armadas
FUR	Furgões

G

GEE	Gases com Efeito de Estufa
GRU	Auto Gruas
GWh	Gigawatt-hora
Gt	Giga tonelada

H

H ₂	Hidrogénio
HDI	Injeção Direta a Alta Pressão

I

IUM	Instituto Universitário Militar
-----	---------------------------------



J

JEE Jeeps

L

LES Lote Específico

M

MAC Mini Autocarros

MDN Ministério da Defesa Nacional

N

N₂O Óxido Nitroso

O

ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OE Objetivo Específico

OG Objetivo Geral

ONU Organização das Nações Unidas

O₂ Oxigénio

P

PE Parlamento Europeu

PI Projeto de Investigação

PICK Pick-Ups

PML Pesado Militar

PNEC2030 Plano Nacional Energia e Clima 2030

R

RCM Resolução do Conselho de Ministros

RNC2050 Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050

Q

QC Questão Central



QD	Questão Derivada
S	
SI	Sistemas de Informação
T	
TAA	Tratores Agrícolas
TII	Trabalho de Investigação Individual
TP5	Carrinhas de 2/5 lugares
TP9	Carrinhas de 8/9 lugares
U	
UE	União Europeia
V	
VBR	Viatura Blindada de Rodas
VCI	Viaturas de Combate a Incêndios



1. Introdução

"I strongly believe this momentum is unstoppable."

António Guterres⁴

Em setembro de 2015 a Organização das Nações Unidas (ONU) adotou a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2021b), uma agenda universal que contempla 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas a implementar pelos países signatários. Em dezembro do mesmo ano, foi adotado o Acordo de Paris⁵ (ONU, 2015), onde os 196 países signatários se comprometeram a realizar todos os esforços para atingir a neutralidade de carbono antes de 2050.

Em Portugal, os normativos principais que enquadram esta temática são, o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050) (Resolução do Conselho de Ministros [RCM] n.º 107/2019, 2019), o Plano Nacional de Energia e Clima 2030 (PNEC2030) (RCM n.º 53/2020, 2020), o Plano Nacional do Hidrogénio (RCM n.º 63/2020, 2020), a Estratégia Portugal 2030 (RCM n.º 98/2020, 2020) e o Plano de Recuperação e Resiliência (RCM n.º 46-B/2021, 2021).

No Ministério da Defesa Nacional (MDN), foi aprovada a Diretiva Ambiental para a Defesa Nacional, vertida no Despacho n.º 149/2020 (2020), que define os objetivos estratégicos e operacionais que devem ser cumpridos pelas Forças Armadas (FFAA), considerando os compromissos assumidos por Portugal na Agenda 2030 (ONU, 2021b) e no Acordo de Paris (ONU, 2015).

A visão do Chefe de Estado-Maior da Força Aérea (CEMFA), está vertida na Diretiva n.º 08/2019 (CEMFA, 2019, p. 2), que define o Planeamento Estratégico para 2019/2022 e que prevê: “[uma] FA robusta e dimensionada, tendencialmente apetrechada com meios de última geração e pessoal altamente qualificado, alicerçada numa organização profissional, eficiente e segura para comandar, controlar e executar operações, militares e de interesse público, com sucesso.”⁶ e na Política Ambiental da FA, enquadrada no Despacho n.º 49/2017 (CEMFA, 2017), sendo estes os documentos que norteiam internamente os compromissos ambientais assumidos.

A Diretiva n.º 08/2019 (CEMFA, 2019, p.4), que define o Planeamento Estratégico, aponta três Objetivos Estratégicos, nomeadamente o “Sucesso na Operação”, “O Futuro

⁴ Declarações após ter sido escolhido como Secretário-geral das Nações Unidas (Organização das Nações Unidas [ONU], 2016).

⁵ Decorreu em novembro de 2021, uma nova conferência sobre as alterações climáticas, serviu para incentivar os signatários a adotar medidas mais ambiciosas que o tipificado no Acordo de Paris.

⁶ Negrito e aspas originais do documento.



Alicerçado nas Pessoas” e uma “Força Aérea Moderna de Excelência”, pelo que, com a realização deste trabalho pretende-se esclarecer quais os contributos para a neutralidade carbónica passíveis de obter com a adaptação ou modernização dos Transportes da FA, concretizando estas intenções superiores.

Um dos objetivos de Portugal, é conseguir reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) até 2050 entre 85% e 90%, face a 2005, conforme vertido no RNC2050 (RCM n.º 107/2019, 2019). De acordo com o Despacho n.º 149/2020 (2020), para o MDN, as metas da neutralidade de carbono são passíveis de ser conciliadas e concretizadas, sem prejudicar o bom cumprimento das missões atribuídas às FFAA.

O MDN estabeleceu também que, as FFAA têm de incluir no planeamento estratégico e na sua execução, em contexto de missões operacionais ou em exercícios, as devidas preocupações ambientais, possibilitando assim alcançar a neutralidade carbónica até 2050 (Despacho n.º 149/2020, 2020).

Recorrendo ao investimento em novas tecnologias, com novos métodos para a resolução de determinadas tarefas, será possível potenciar “o salto” tecnológico, incentivar a economia circular e a sustentabilidade energética na reorganização ou adaptação de infraestruturas e equipamentos, para uma melhor gestão de recursos humanos e materiais, contribuindo para um melhor desempenho ambiental da Defesa Nacional (Despacho n.º 149/2020, 2020).

Considerando as funções e experiência acumulada na área dos Transportes Terrestres, por parte do investigador, aliado à perceção dos constrangimentos existentes na FA ao nível dos recursos humanos e financeiros, propõe-se abordar a elaboração de possíveis contributos para a neutralidade carbónica. Os critérios para a definição do objeto de estudo, familiaridade, afetividade e recursos, conforme referido por Carmo e Ferreira, consideram-se estar reunidos (2009, cit. Santos & Lima, 2019, p. 49).

Nesse âmbito, define-se como objeto de estudo, os contributos para a neutralidade de carbono na FA e, à luz do preconizado por Santos e Lima (2019), delimitou-se a investigação nos seguintes domínios:

- Temporal: A dados e legislação enquadrante em vigor, para ter uma perspetiva atual e projetar o futuro até ao ano 2050, tendo como referência comparativa, o ano de 2005.
- Espacial: À recolha e análise de informação relativamente à FA.
- Conteúdo: Aos Transportes da FA.



O objetivo fundamental da investigação, segundo Santos e Lima (2019), é dar respostas e soluções para a resolução do problema de conhecimento identificado. Face ao exposto, é necessário apresentar o Objetivo Geral (OG), que consiste em avaliar contributos para a neutralidade de carbono nos Transportes da FA, para o qual concorrem Objetivos Específicos (OE), que restringem os aspetos e o foco da investigação, permitindo, examinar tarefas e atividades, através de dados mensuráveis (Santos & Lima, 2019). Os Objetivos Específicos são:

OE1: Identificar o estado energético atual nos Transportes da FA.

OE2: Identificar medidas para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FA.

Seguindo as indicações de Quivy e Campenhoudt (2003), para a concretização destes objetivos e para dar resposta ao problema da investigação, definiu-se a seguinte Questão Central (QC): Quais os contributos para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FA?

Desta QC, é possível deduzir e definir duas Questões Derivadas (QD):

QD1: Qual o estado energético atual nos Transportes da FA?

QD2: Quais as medidas para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FA?

Para a concretização deste propósito, o trabalho está estruturado em cinco capítulos. Neste primeiro capítulo, é efetuada a introdução ao tema, no segundo capítulo o enquadramento teórico e conceptual dos conceitos estruturantes e fundamentais que sustentam o modelo de análise. No terceiro capítulo é apresentada a metodologia utilizada e o método científico aplicado para a investigação. A apresentação dos dados e a discussão de resultados são explanadas no quarto capítulo. No quinto capítulo, serão apresentadas as conclusões, as limitações que surgiram durante esta investigação, bem como propostas para futuros desenvolvimentos e recomendações.



2. Enquadramento teórico e conceptual

“É necessário agir antes que seja tarde de mais. O caminho para a neutralidade carbónica é o caminho de futuro.”

João Pedro Matos Fernandes⁷

A ONU, em dezembro de 2015, adotou o Acordo de Paris (ONU, 2015), onde constam três objetivos principais para que se consiga solucionar e limitar o aquecimento global. Este acordo conta com 196 países signatários por todo o mundo, demonstrando que os líderes mundiais estão preocupados e que, de certa forma, querem encontrar soluções para as constantes alterações climáticas (ONU, 2021a).

Foram definidos, nesse acordo, três objetivos globais, essenciais para limitar o aquecimento global (RCM n.º 53/2020, 2020):

- O aumento médio da temperatura global ser inferior a 2 °C, mantendo esforços para conseguir efetivamente limitar o aumento médio da temperatura global a um máximo de 1,5 °C, tendo em conta que tal desiderato reduziria de forma significativa os riscos e os impactes das alterações climáticas;
- Incrementar a capacidade de adaptação às alterações climáticas e diligenciar a resiliência climática;
- Os fluxos financeiros serem consistentes com as trajetórias de desenvolvimento resilientes e de baixo carbono.

Para conseguirem atingir os objetivos assumidos no Acordo de Paris (ONU, 2015), os países signatários terão de alcançar a neutralidade carbónica na segunda metade do século XXI. Ficou, por isso, determinado que, todos os países signatários necessitam realizar um esforço global para alcançar a redução de emissões e aumentar as remoções dos GEE, recorrendo por exemplo, a florestas ou a remoções artificiais de Dióxido de Carbono (CO₂) (RCM n.º 107/2019, 2019).

Anteriormente ao Acordo de Paris (ONU, 2015), a Assembleia Geral das Nações Unidas, aprovou em setembro de 2015, a Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2021b), que pretende abordar várias dimensões do desenvolvimento sustentável (social, económico, ambiental) e que promove a paz, a justiça e as instituições eficazes.

⁷ Ministro do Ambiente e da Transição Energética a 06 junho de 2019, no Prefácio do Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (Agência Portuguesa do Ambiente [APA], 2019).



- Educação de Qualidade;
- Trabalho Digno e Crescimento Económico;
- Indústria, Inovação e Infraestruturas;
- Cidades e Comunidades Sustentáveis;
- Produção e Consumo Sustentáveis;
- Ação Climática;
- Proteger a Vida Terrestre.

De acordo com o PNEC2030 (RCM n.º 53/2020, 2020), conseguir transitar para uma sociedade neutra em carbono implica, estimular, apoiar e investir nos diversos setores de atividade em Portugal para que se consiga realizar a transição energética. A FA, enquanto organização de referência no panorama nacional, não poderá ficar alheia a essa mudança, tendo que atingir o objetivo estratégico de ser uma “Força Aérea Moderna de Excelência” (CEMFA, 2019, p.4).

Como um ramo das Forças Armadas tecnologicamente evoluído, a FA tem que cumprir com os normativos em vigor e fazer a transição energética, tal como outras instituições públicas e civis, escolhendo a estratégia mais favorável para atingir esse desígnio (R.M. Cotovio, entrevista por *e-mail*, 12 de novembro de 2021).

A FA e os outros ramos da Defesa Nacional, executam missões de interesse público com o intuito de proteger e salvaguardar o meio ambiente, tendo que efetuar as mudanças necessárias para combater as alterações climáticas e, continuar a cumprir com a sua *mui* nobre missão em prol de Portugal e dos portugueses (Despacho n.º 149/2020, 2020).

Tendo por base os objetivos estratégicos definidos superiormente, no Planeamento Estratégico da FA (CEMFA, 2019), e para cumprimento dos normativos em vigor, urje a necessidade de racionalizar, gerir (os recursos) e executar de forma criteriosa e eficiente, as diferentes missões e tarefas que estão atribuídas à FA, procurando efetuar os ajustes necessários para acompanhar os desafios atuais e futuros, de uma organização que se pretende inovadora, vanguardista, dinâmica e energeticamente eficiente.

O setor dos Transportes é uma área fundamental para que se consiga atingir as metas pretendidas, uma vez que na década 2007 a 2017, foi responsável por cerca de 25% das emissões de GEE em Portugal (RCM n.º 107/2019, 2019).

O setor dos Transportes, entre outros, tem que ser descarbonizado, havendo necessidade de progressivamente substituir os combustíveis fósseis por Hidrogénio (H₂),



biocombustíveis ou por eletricidade (P.J. Balixa, entrevista por *e-mail*, 12 de novembro de 2021).

Para atingir a eficiência energética pretendida, será necessário mais que uma mudança no meio de transporte em si, é essencial, por exemplo, fomentar entre a população a mobilidade sustentável, a utilização de bicicletas, o *car sharing*, a promoção e o reforço da utilização dos transportes coletivos, também eles descarbonizados e com tarifas baixas para aumentar a procura por parte da população (RCM n.º 53/2020, 2020).

A pesquisa realizada por Gargiulo, Russo e Papa (2017) indicou que, a mobilidade sustentável será uma realidade numa cidade inteligente, que poderá corresponder às necessidades dos seus habitantes, de forma eficiente, sustentável e com o recurso às novas tecnologias para informar os seus cidadãos, sendo que esta integração da tecnologia com as pessoas é fundamental para uma transição energética efetiva.

Ficou estipulado que a tecnologia nas cidades do futuro, permitirá disponibilizar determinadas informações úteis e fidedignas, contribuindo para reduzir a utilização de viaturas particulares nas cidades, através da redução do tráfego e do risco de acidentes (Gargiulo et al., 2017). Segundo este estudo, a utilização de meios de locomoção mais ecológicos que as viaturas particulares, por exemplo o uso dos Transportes públicos, promove e potencia a mobilidade sustentável, a segurança e a redução das emissões de GEE (Gargiulo et al., 2017).

As informações necessárias disponibilizar aos cidadãos, pelas tecnologias, devem ser sempre que possível, assertivas, demonstrativas, persuasivas e influentes, para fomentar a consciencialização individual e coletiva (Mohammadian & Rezaie, 2020).

A mobilidade inteligente juntamente com a mobilidade sustentável, no entendimento de Mohammadian e Rezaie (2020), podem compensar as crescentes necessidades de Transportes nos grandes centros urbanos, conseguindo assim, apesar desse aumento, reduzir as emissões de GEE e reduzir as viaturas nas cidades.

Para alcançar a mobilidade sustentável expectável numa cidade inteligente, é preciso, de acordo com Mohammadian e Rezaie (2020) que, as pessoas estejam devidamente alinhadas com essas preocupações ambientais, com o sucesso económico e com a qualidade de vida, promovendo assim uma mobilidade, sustentável e inteligente.

Ao promover nas pessoas uma vontade intrínseca, bem como uma preocupação em mudar os seus hábitos para cumprir com os objetivos traçados, permite que os ODS (ONU, 2021b) sejam atingíveis.



Para uma eficiente transição energética numa cidade do futuro, é ainda necessário, ter em consideração que, a mobilidade sustentável e a sustentabilidade social não podem ser dissociadas, tendo que se garantir, equidade no acesso aos transportes por todos os cidadãos (Jeekel, 2017).

As alterações e os investimentos, necessários para atingir as várias metas tipificadas, são ambiciosos, mas exequíveis (RCM n.º 53/2020, 2020).

2.1. Eficiência Energética

O PNEC2030 (RCM n.º 53/2020, 2020), define, eficiência energética como sendo a redução do consumo de energia primária nos vários setores num contexto de sustentabilidade e custo eficaz, através do uso eficiente dos recursos.

A eficiência, de acordo com Bilhim (2006), pode ser definida como uma medida normativa que visa a utilização dos recursos, meios e métodos que, quando planeados, visam convergir para uma otimização geral. É uma otimização da relação entre o custo e o benefício, com o intuito de alcançar melhores resultados (Bilhim, 2006).

Ao nível de Unidades da FA, no Plano Estratégico de Sustentabilidade Ambiental da Base Aérea n.º 5 (BA5), em Monte Real (BA5, 2021b), estão definidas as várias metas a atingir para obter um melhor desempenho ambiental da Unidade.

Para a eficiência energética ser alcançada, será necessário o contributo resultante da implementação de várias medidas, como a redução da utilização de combustíveis fósseis e uma promoção de fontes de energia renovável, uma utilização eficiente dos recursos e a promoção de uma economia circular e sustentável (BA5, 2021b).

No âmbito civil, a Câmara Municipal de Cascais para melhorar a eficiência energética da autarquia, adquiriu dois autocarros movidos a H₂, sendo estas, as primeiras unidades, com estas características, em Portugal (Mirante, 2021). Para conseguir melhorar a economia circular e a sustentabilidade, foi desenvolvido um sistema, que transforma lixo doméstico em H₂, servindo este, para suprir as necessidades energéticas desses autocarros e ao mesmo tempo, reduzir os resíduos urbanos em aterro (Mirante, 2021).

2.2. Energia Renovável

A energia renovável é um recurso natural, capaz de se regenerar num determinado espaço de tempo e de forma ambientalmente sustentável (Associação de Energias Renováveis [APREN], 2021a). O movimento das marés, o vento, o sol e a água são exemplos de fontes renováveis de energia passíveis de serem utilizadas, em detrimento de combustíveis fósseis (APREN, 2021a).

A Figura 2 demonstra o conjunto da produção de energia em Portugal continental entre janeiro e dezembro de 2021, em que foram produzidos mais de 46.479 Gigawatt-hora (GWh), dos quais 67% provêm de fontes de energia renovável, ou seja, aproximadamente 31.140 GWh (APREN, 2021b).

Num estudo da Deloitte realizado em 2019, prevê-se que, em 2030, a produção anual de eletricidade através das fontes de energia renovável seja de 66.528 GWh (mais do dobro do que o produzido até novembro de 2021), sendo essa produção de energia fundamental para a transição energética e para o cumprimento das normas em vigor (APREN, 2019).

A produção de energia elétrica será suportada em grande parte, por três fontes de energia renovável, nomeadamente a eólica, a hídrica e a solar (APREN, 2019).

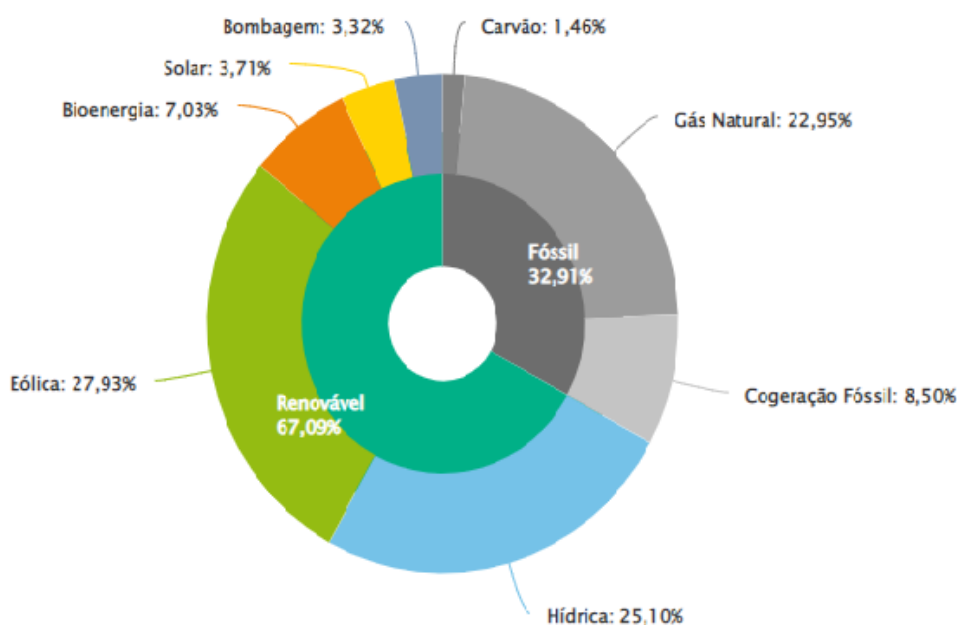


Figura 2 – Balanço da produção de eletricidade em Portugal Continental em 2021

Fonte: APREN (2021b).

As energias renováveis, como a eólica ou a solar, de acordo com o Parlamento Europeu (PE), serão fundamentais para a transição energética da Europa, ao serem utilizadas para produzir eletricidade limpa e de baixo custo, que entre outras utilizações, pode ser usada para produzir H₂ verde (PE, 2021b).

No setor automóvel, a Porsche desenvolveu o *eFuel*, uma gasolina sintética que representa um tipo de energia limpa e de baixo custo (Cole, 2021). Este é o produto de um sistema tecnológico complexo, mas, muito inovador e que pode tornar-se útil para o futuro dos Transportes (Cole, 2021). O princípio básico é retirar o H₂ gerado através da eletrólise da água e combiná-lo com o CO₂ capturado do meio ambiente, obtendo-se metanol sintetizado, que será depois convertido em gasolina (Cole, 2021).

Este processo pode ainda ser utilizado para produzir querosene sintético que, possibilita a substituição dos combustíveis fósseis atualmente utilizados nos aviões e até nos navios (Cole, 2021). O querosene é a base dos combustíveis utilizados por motores a jato na aviação civil e na aviação militar (Galp, 2021).

A Figura 3 demonstra o processo de produção do *eFuel*, um combustível particularmente interessante e deveras importante para a Porsche, segundo o gestor de projeto, Jan Ohmstedt, porque, cerca de 70% de todos os carros que já produziram, ainda se encontram em funcionamento pelo mundo inteiro (Cole, 2021).

Este tipo de combustível é mais limpo que os combustíveis fósseis, é passível de ser utilizado por motores de combustão interna e surge como opção viável e sustentável, sem obrigatoriedade de substituir as viaturas existentes (Cole, 2021).

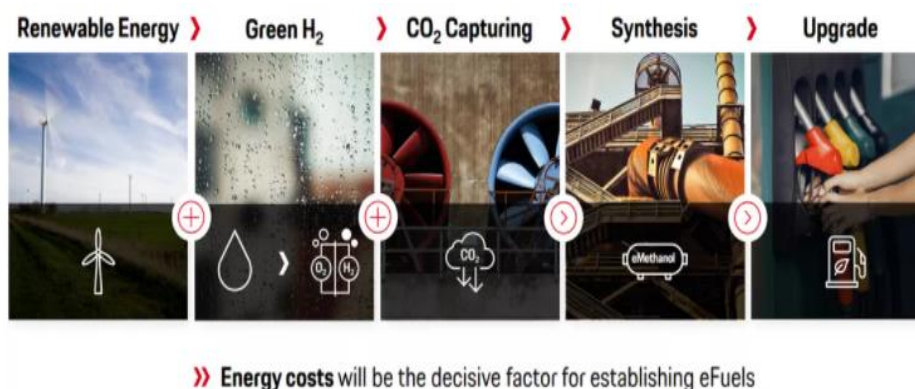


Figura 3 – Fases de produção do *eFuel* da Porsche
Fonte: Cole, Craig (2021).

O desenvolvimento de combustível sintético, é um conceito que foi abordado por Maréchal, Schnidrig e Nguyen (2021), que tem como vantagem o facto de não ser necessário, substituir as viaturas existentes. No entanto, consideram que a necessidade de capturar o CO₂ da atmosfera, para depois o libertar novamente ao utilizar o combustível, tem uma reduzida diminuição total das emissões de GEE (Maréchal et al., 2021).

Os combustíveis sintéticos têm uma eficiência energética e um custo associado, muito dependente da energia renovável utilizada, na produção desse combustível, sendo considerados quase neutros em carbono (Maréchal et al., 2021).

Esta solução para Maréchal et al. (2021), não resolve os problemas a longo prazo nos Transportes, no entanto, pode ser uma opção ambiental e financeiramente viável, não só para o setor dos Transportes, mas principalmente para os setores naval e da aviação, a curto e a médio prazo.



O sucesso da descarbonização e da neutralidade carbónica na União Europeia (UE), para Maréchal et al. (2021), depende de uma integração ambiciosa e fundamental, das energias renováveis, para se alcançar a eficiência energética pretendida nos Transportes, por forma a diminuir as emissões de GEE deste setor, que representam na UE e em Portugal, cerca de 25% das emissões totais de GEE.

2.3. Gases com Efeito de Estufa

A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (CQNUAC), define como GEE, os gases naturais e antropogénicos, constituintes da atmosfera, que absorvem radiação infravermelha, impedindo que o calor se perca para o Espaço, após ter sido refletido, pela superfície terrestre (ONU, 2021c).

Este efeito de estufa, que permite que a Terra mantenha uma temperatura estável, é um fenómeno natural e indispensável para que exista vida, porque sem a atmosfera e o efeito de estufa, as temperaturas médias seriam negativas (Salsa, Guimarães & Cunha, 2021).

A elevada concentração de gases nocivos, nomeadamente o CO₂, o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), entre outros, na atmosfera, tem potenciado uma retenção de calor em demasia e, conseqüentemente o aumento da temperatura média na Terra (Iberdrola, 2021).

O aumento da temperatura tem-se verificado como prejudicial para o meio ambiente, provocando as alterações climáticas, aquecimento global e degelo, pelo que, para contrariar estes fenómenos prejudiciais para a vida na Terra, é fundamental controlar e reduzir as emissões de GEE (Iberdrola, 2021).

O presidente-executivo da Toyota, Akio Toyoda, não considera que os motores de combustão interna, sejam o principal problema para o meio ambiente (Casimiro, 2021). O objetivo de reduzir as emissões de GEE e o objetivo da neutralidade de carbono nos Transportes, podem ser atingidos, recorrendo a várias escolhas, caminhos e opções tecnológicas (Casimiro, 2021).

A empresa Prio, na sua fábrica em Aveiro, produz biocombustíveis, recorrendo principalmente à reciclagem de óleos alimentares usados, borras de café e gorduras resultantes da indústria agropecuária (Marmé, 2019). Posteriormente estes biocombustíveis são incorporados no diesel normal até uma determinada percentagem para ser vendido ao público nos postos de abastecimento, sob a forma de biodiesel (Marmé, 2019).

O Decreto-Lei (DL) n.º 89/2008 (2008), estabelece que, todas as misturas de combustível à venda ao público, devem incorporar entre 5% a 20% de biocombustível, desde que, garantam a qualidade e características, equivalentes ao diesel normal, cumprindo com



o estipulado pela norma europeia (EN) para o controlo analítico da qualidade do diesel EN 590 (DL n.º 89/2008, 2008).

Em Portugal o gasóleo que se encontra à venda ao público nos postos de abastecimento, já não é puro, porque contém incorporado, misturas de 7% de biocombustível (B7), que oferece uma redução de emissões de GEE, estimadas em 15% face ao diesel normal (Prio, 2021). Em alguns postos de abastecimento, também é possível encontrar, misturas contendo 15% de biocombustível (B15), potenciando uma maior redução de emissões de GEE, estimadas em 18% face ao diesel normal (Prio, 2021).

Existem outros biodiesel com misturas diferentes, apesar de não se encontrarem à venda ao público, tal como o biodiesel a 100% (B100), que é 100% livre de energia fóssil e que permite uma redução de cerca de 84% de emissões de CO₂ comparativamente ao uso de diesel normal, e que pode ser utilizado em algumas viaturas dependendo do modelo e após autorização do fabricante (Marmé, 2019).

Existe também o biodiesel a 30% (B30) e estima-se que possa ser utilizado por cerca de 15% das viaturas ligeiras e por 30% das viaturas pesadas a circular em território nacional, permitindo uma redução de cerca de 25% das emissões de CO₂ comparativamente ao uso de diesel normal (Prio, 2021).

Numa parceria entre a Prio e a Carris, foi realizado um estudo de caso, em que dois autocarros a diesel, sem qualquer tipo de alteração, estão a funcionar com o biocombustível B100 (Marmé, 2019). Após vários meses de testes, não houve qualquer problema mecânico a reportar, apenas um ligeiro aumento nos consumos, comparativamente aos autocarros que consomem biodiesel normal (B7) (Marmé, 2019). Este estudo de caso, demonstrou ser viável para a transição energética (Marmé, 2019).

É previsível que, no futuro, a utilização de biodiesel aumente e o desafio, passará por conseguir encontrar a matéria-prima certa, para conseguir produzir biodiesel sustentável e de qualidade, pois o uso de óleos vegetais tem concorrência com a utilização alimentar (Durão, 2020). Os óleos usados ou as gorduras residuais, não possuem as características ideais, de acordo com Durão (2020), mas são mais baratos e sustentáveis e permitem uma economia circular. No entanto, estes não existem em quantidade suficiente, para suprir as necessidades do mercado (Durão, 2020).

A BA5, visando assegurar a neutralidade carbónica das suas atividades no âmbito do seu programa ambiental (BA5, 2021a), está a equacionar uma parceria com a Prio e com o Instituto Politécnico de Leiria, para utilizar o biocombustível B100 ou o B30, em algumas viaturas e equipamentos da Unidade e posteriormente, aferir sobre a viabilidade, bem como



as vantagens ou desvantagens destas opções, que serão analisadas num estudo de caso (R.M. Cotovio, *op. cit.*).

2.4. Neutralidade Carbónica

No RCM n.º 107/2019 (2019), a neutralidade carbónica, é definida como, o objetivo de redução de emissões de GEE por forma a que o balanço entre as emissões e as remoções desses gases da atmosfera, seja nulo.

O objetivo de alcançar a neutralidade carbónica em 2050, implica uma descarbonização geral, na produção de energia ou na mobilidade urbana, mudanças profundas na utilização da energia e dos recursos e uma potenciação da capacidade de sequestro de carbono pelas florestas e por outros usos do solo (RCM n.º 53/2020, 2020).

Atingir a neutralidade carbónica até 2050, significa que, terá que se abandonar progressivamente o modelo económico linear, sustentado nos combustíveis fósseis, apostando numa economia apoiada nos recursos renováveis e que utiliza, os recursos de forma eficiente, prosseguindo com modelos de economia circular, que valoriza o território e promove a coesão territorial (RCM n.º 53/2020, 2020).

Segundo o PE (2021a), podemos chamar de sumidouro de carbono a um sistema que, consegue absorver da atmosfera, uma quantidade de carbono superior àquela que emite. Já existem sumidouros artificiais, no entanto, os principais sumidouros de carbono, continuam a ser os naturais, mais concretamente o solo, as florestas e os oceanos (PE, 2021a).

De acordo com as estimativas, os sumidouros naturais removem entre 9,5 e 11 Giga toneladas (Gt) de emissões de CO₂ da atmosfera por ano e as emissões anuais globais de CO₂ atingiram 38 Gt em 2019 (PE, 2021a).

A Toyota e outros construtores, desejam alcançar a neutralidade carbónica recorrendo a viaturas elétricas, no entanto, nesta fase, não querem ainda terminar com os veículos de combustão interna, pretendendo recorrer a alterações ao seu funcionamento, para utilizar combustíveis mais limpos, tipo *eFuel* ou H₂ (Casimiro, 2021).

Para atingir a neutralidade carbónica, esta construtora tem investido e desenvolvido outras tecnologias, como os veículos com pilha de combustível (*fuel cell*), em que, o H₂ é armazenado na viatura e é utilizado para produzir energia elétrica a bordo, combinando esse H₂ com Oxigénio (O₂), a reação química produz energia para alimentar o motor elétrico, libertando apenas água neste processo, que será tanto mais ecológico quanto a produção do próprio H₂ (Toyota, 2021).



Seja qual for o estudo de caso e a opção a ser considerada, para Maréchal et al. (2021) o melhor custo-benefício para descarbonizar os Transportes, implica uma eletrificação maciça:

- Optando por veículos elétricos com pouca autonomia, para deslocações curtas;
- Optando por veículos elétricos com muita autonomia ou viaturas com *fuel cell* a H₂ para deslocações longas.

A evolução destas tecnologias, o potencial de produção de energias renováveis e o custo final para o utilizador, serão fundamentais para definir qual será a melhor opção (Maréchal et al., 2021).

Este entendimento é também partilhado por Gil (2019), considerando que uma viatura pesada elétrica é exequível para pequenos percursos, sendo que, para médio e longo curso, esta tecnologia, pelo menos atualmente, ainda não é viável, pelo peso extra das baterias, pela baixa autonomia e pela obrigatoriedade de carregamentos demorados várias vezes ao dia.

No caso das viaturas pesadas a *fuel cell*, assim que a produção de H₂ através da utilização de energias renováveis esteja otimizada e, assim que existam infraestruturas de abastecimento em número suficiente, será uma opção importante para a persecução da neutralidade carbónica (Gil, 2019)

Na Suíça, a Hyundai tem 46 camiões a *fuel cell* que, em cerca de 11 meses, já percorreram mais de 1.000.000 km, com uma redução estimada de emissões de GEE de aproximadamente 631 t de CO₂equivalente (eq) (GreenFuture, 2021). Esta experiência, irá incentivar o mercado e outras marcas concorrentes a explorar esta tecnologia, porque os clientes que utilizam estas viaturas deram um *feedback* positivo e até 2025, esta frota vai aumentar para cerca de 1.600 viaturas a *fuel cell*, sendo um excelente contributo para a neutralidade carbónica (GreenFuture, 2021).

2.5. Modelo de Análise

No Apêndice A, apresenta-se o modelo de análise que foi utilizado para a prossecução desta investigação, sustentado nos conceitos estruturantes apurados na revisão da literatura.



3. Metodologia e método

Com o modelo de análise definido, neste capítulo apresentam-se o método e a metodologia que orientaram esta investigação.

3.1. Metodologia

Seguindo as orientações metodológicas propostas por Santos e Lima (2019), esta investigação foi desenvolvida utilizando um raciocínio dedutivo (partindo do geral para o particular), sustentado numa estratégia de investigação mista (qualitativa e quantitativa) e no desenho de pesquisa de estudo de caso, com o propósito de obter um conhecimento profundo de um determinado caso e depois aplicar a um todo.

3.2. Método

Ao nível metodológico, são identificados os participantes, procedimento, o instrumento de recolha e as técnicas de tratamento dos dados.

3.2.1. Participantes e procedimentos

A investigação desenvolveu-se recorrendo a um grupo de nove participantes. A Gestora de Viaturas da FA, os Comandantes (Cmdt) de Esquadras de Manutenção de Base (EMB) ou Esquadrilhas de Manutenção equiparadas (EM) e os Comandantes de Esquadrilhas de Transportes (ET), conforme descrito no Quadro 1. Todos são Oficiais Técnicos de Manutenção de Material Terrestre, peritos em Transportes.

Em termos de procedimento, os entrevistados foram contactados pessoalmente, de forma informal, por telefone, com o objetivo de confirmarem a disponibilidade para a participação nas entrevistas e a assegurar as devidas garantias de anonimato e de confidencialidade, de que todos abdicaram.

Após a boa receção e confirmação de disponibilidade por parte dos participantes, foram enviadas, por *email*, as entrevistas semiestruturadas adaptadas à realidade de cada elemento.

3.2.2. Instrumentos de recolha de dados

Foram redigidos dois guiões de entrevistas semiestruturadas. Um destinado à perita da DAT, Gestora de Viaturas da FA, apresentado no Apêndice B, o outro destinado aos oito peritos colocados em Unidades da FA, apresentado no Apêndice C.

Foi feita uma revisão da literatura e recolha de informação relevante. A investigação necessitou, também, da recolha de vários dados estatísticos e características técnicas das viaturas. Recorreu-se ao Anuário da FA, também conhecido como Relatório Anual de Atividades e aos Sistemas de Informação (SI) da FA, mais concretamente, o Sistema Integrado de Gestão e o Sistema Integrado de Gestão Automóvel.



Para consolidação de mais conhecimento foi também consultada a bibliografia apresentada, a qual teve por base alguns artigos científicos da área, notícias sobre o tema e ainda a legislação internacional, nacional e específica que enquadram bem toda a temática deste TII.

3.2.3. Técnica de tratamento de dados

A técnica de tratamento de dados, consistiu numa estratégia de avaliação mista. A técnica principal, teve origem quantitativa, através da recolha e análise de dados numéricos, partindo assim de resultados já existentes (Santos & Lima, 2019).

Quadro 1 - Identificação dos entrevistados

Cargo	Titular	Gestor Viaturas	Comandantes da EMB ou EM equiparadas	Comandantes da ET
DAT – Gestora Viaturas	Major Sandra Lopes	✓		
Cmdt da EMB da Unidade Apoio Lisboa	Major José Braga		✓	
Cmdt da EMB da Base Aérea n.º 5	Capitão Rui Cotovio		✓	
Cmdt da EM do Depósito Geral de Material da FA	Capitão Bruno Prazeres		✓	
Cmdt da ET da Base Aérea n.º 1	Capitão Francisco Morais			✓
Cmdt da ET da Base Aérea n.º 6	Capitão Pedro Balixa			✓
Cmdt da EM de Viaturas e Equipamentos de Aeródromo – Direção Infraestruturas	Tenente Daniel Santos		✓	
Cmdt da ET da Base Aérea n.º 11	Alferes Nuno Sá			✓
Cmdt da ET do Centro Formação Militar e Técnica da FA	Alferes Filipe Moreira			✓



4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados

Neste capítulo é analisada a informação recolhida e respondidas as QD1, QD2 e a QC.

Para esta análise foram considerados os dados recolhidos das entrevistas efetuadas, os dados retirados das bases de dados sobre as viaturas da FA, os seus consumos e as distâncias efetuadas. Como não existem dados referentes ao ano de 2005 nos atuais SI, porque na altura ainda não se encontravam em funcionamento, foram considerados, os dados compilados e divulgados no Relatório Anual de Atividades da FA – Anuário do ano 2005 (FA, 2005).

Existem 945 viaturas e equipamentos de várias marcas e modelos na FA. Independentemente dessa marca ou modelo, as viaturas na FA estão divididas pela função para a qual foram adquiridas, constituindo-se em diferentes tipos de frotas, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Tipo de Frotas da FA

FROTAS
Autocarros (ACR)
Ambulâncias (AMB)
Auto Tanques de Água (ATA)
Auto Tanques de Combustível (ATC)
Automóveis (AUT)
Auto Vassouras (AVA)
Carrinhas de 2/5 lugares (TP5)
Carrinhas de 8/9 lugares (TP9)
Camiónes Pesados (CAG)
Camionetas (CAP)
Camião Basculantes (CBS)
Camião Trator Semi-Reboque (CSR)
Equipamentos de Engenharia Militar (EEM)
Equipamentos de Movimentação de Carga (EMC)
Furgões (FUR)
Auto Gruas (GRU)
Jeeps (JEE)
Lote Específico (LES)
Miini Autocarros (MAC)
Motorizadas e Velocípedes Ligeiros (MVL)
Pick-Ups (PIK)
Pesado Militar (PML)
Tratores Agrícolas (TAA)
Viatura Blindada de Rodas (VBR)
Viaturas de Combate a Incêndios (VCI)

Fonte: Construído a partir de dados disponibilizados pela DAT (2021).



4.1. QD1: Qual o estado energético atual nos Transportes da FA?

Para determinar o estado energético atual nos Transportes da FA, foi feita a análise do parque de viaturas e equipamentos da FA. Designadamente o total de quilómetros realizados desde 2005 até ao ano de 2021 e o consumo de combustível das viaturas, por tipologia de frota.

4.1.1. Distâncias percorridas por tipologia de frota

As distâncias percorridas ao longo do ano 2021 pelas várias tipologias de viaturas da FA, estão resumidas na Figura 4.

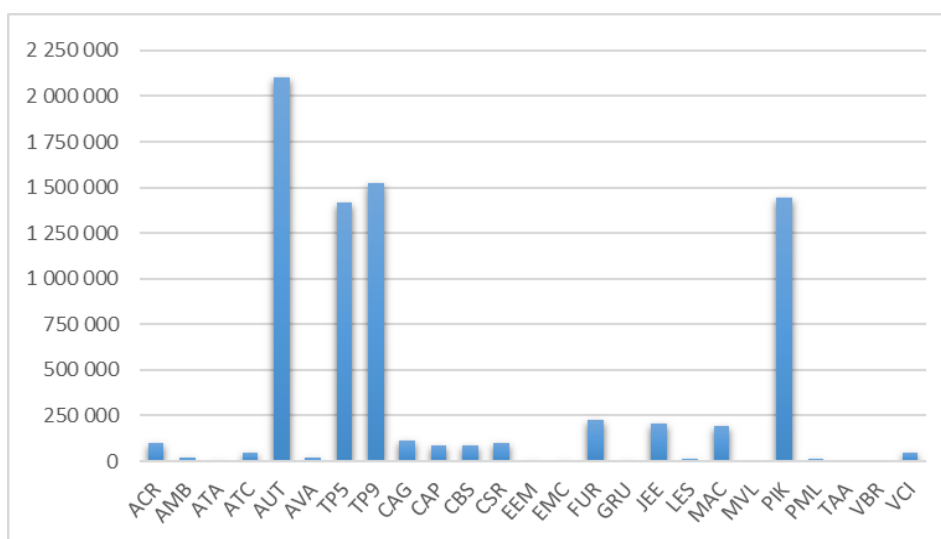


Figura 4 – Distância percorrida por frotas da FA em 2021

Fonte: Construído a partir de dados da DAT (2021).

Em 2021 a distância percorrida aumentou 11% face a 2020.

As viaturas da FA no ano 2021, percorreram uma distância total de 7.778.299 km.

4.1.2. Consumos de combustível por tipologia de frota

Os consumos de combustível das várias viaturas da FA em 2021, nas respetivas tipologias, são os constantes na Figura 5.

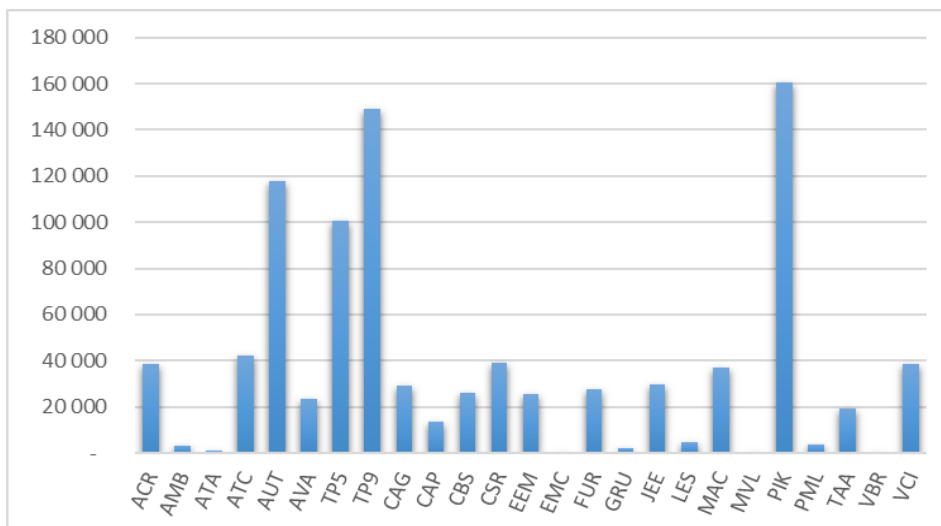


Figura 5 - Consumo de combustível por frota das viaturas da FA em 2021

Fonte: Construído a partir de dados da DAT (2021).

O consumo de combustível em 2021 aumentou 14% em relação a 2020.

O combustível consumido pelas viaturas e equipamentos da FA no ano 2021, foi de 932.807 l.

4.1.3. Comparação com o ano de 2005

Os dados apurados no ano de 2021, são importantes para aferir o estado energético atual e para quantificar as emissões de GEE. De acordo com o RNC2050 (RCM n.º 107/2019, 2019), é necessário apurar os valores atuais e realizar previsões dos valores futuros, comparando com os dados de emissões de GEE referentes ao ano de 2005.

Os SI atuais permitem verificar dados pormenorizados de cada viatura, por outro lado, os SI utilizados em 2005 eram diferentes, como tal, não é possível verificar os dados da mesma forma, tendo por isso, que se recorrer ao Anuário da FA referente ao ano 2005 (FA, 2005), para colmatar essa lacuna. Foi verificada a distância percorrida pelas viaturas da FA bem como quais as viaturas existentes, e sua distribuição por frotas. O consumo de combustível foi estimado, de acordo com as médias de consumo dessas viaturas.

Ao comparar os dados de 2021 com os de 2005 (Apêndice E), verificou-se uma redução de 6.166.171 km percorridos o que equivale a menos 44% de distância percorrida, tendo o consumo de combustível, diminuído 527.281 l, o que equivale a menos 36% de consumo de combustível.

Após obter a distância percorrida e os consumos de combustível, as emissões de GEE do ano 2021 e do ano 2005, podem ser calculadas recorrendo às fórmulas tipificadas na Portaria n.º 228/90 (1990) e no Despacho n.º 17313/2008 (2008) (Apêndice D).



As emissões de GEE referentes ao ano 2021 foram cerca de 2.134 t de CO₂eq e as referentes ao ano 2005, foram cerca de 3.919 t de CO₂eq.

Relacionando os valores obtidos, verificou-se uma redução de 46% nas emissões de GEE entre 2005 e 2021 (Apêndice E).

4.1.4. Síntese conclusiva e resposta à QD1

Para responder à QD1 “Qual o estado energético dos Transportes na FA?”, verificou-se que, no ano de 2021 as emissões de GEE para a atmosfera dos Transportes, foram de 2.134 t de CO₂eq. Os níveis de redução dos últimos anos, poderão ser usados como exemplo do que deverá ser feito, para que, constantemente a pegada ecológica diminua e a eficiência energética melhore conseguindo cumprir, cabalmente, com as missões atribuídas.

As emissões de GEE em 2021, apresentam uma redução de 46% face a 2005.

4.2. **QD2: Quais as medidas para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FA?**

Para que se consiga atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FA poderão ser implementadas várias medidas, em separado ou preferencialmente, conjugadas entre si. Neste ponto serão abordadas algumas das medidas que poderão ser implementadas na FA, bem como a sua praticabilidade, tendo em vista atingir a neutralidade de carbono no setor dos Transportes, cumprindo com os vários normativos em vigor, mas mais concretamente o vertido no RNC2050 (RCM n.º 107/2019, 2019).

4.2.1. Utilização de biocombustíveis e combustíveis sintéticos

As reduções de emissões de GEE variam consoante o tipo de biocombustível utilizado e, são verificadas numa ótica que, visa todos os gastos e emissões de GEE, desde o ponto de exploração e refinação do combustível, até ao consumo no motor e não apenas na ótica de medir as emissões emitidas pelo motor ao queimar o combustível (Prio, 2021).

Em Portugal, utiliza-se um biodiesel B7, com reduções de emissões de GEE estimadas em 15%, mas ao utilizar um biodiesel B15, as emissões de GEE podem ser reduzidas em 18%, face a um diesel normal (Prio, 2021). Com um biodiesel B30, estima-se que as emissões de GEE podem ser reduzidas em 25% (Prio, 2021).

As viaturas da Citroen cujo motor funciona a injeção direta a alta pressão (*HDI*), podem utilizar o B30 (Citroen, 2021). A FA tem dez viaturas Citroen Berlingo e três Citroen Jumper equipadas com o motor *HDI*, que podem utilizar este tipo de combustível.

As outras viaturas ligeiras nas quais seria possível utilizar o B30, estimam-se em cerca de 143 viaturas de várias frotas, que representam cerca de 29% da frota de viaturas ligeiras.



As viaturas e equipamentos pesados da FA, compatíveis com o B30, estão estimadas em cerca de 130, o que equivale a cerca de 40% do total dessas viaturas e equipamentos.

Utilizar combustíveis sintéticos (considerados quase neutros), tal como o *eFuel*, significa que o CO₂ retirado da atmosfera para produzir esse combustível, será devolvido para a atmosfera, após a combustão no motor das viaturas (Cole, 2021). Esta opção é ambientalmente sustentável, no entanto ainda não existem dados suficientes para aferir o total de redução das emissões de GEE no ciclo de vida do combustível. Por esse motivo e porque nesta fase inicial de desenvolvimento da tecnologia, o *eFuel* é apenas substituto de gasolina e não do diesel, não foi considerado como uma opção para os Transportes da FA.

4.2.2. Coordenação e partilha de Transportes

Na FA a coordenação de movimentos, e partilha de Transportes é uma realidade porque o SI utilizado, permite verificar todos os movimentos previstos para um determinado dia e local, possibilitando assim que os gestores locais das Esquadrilhas de Transportes possam coordenar e conciliar meios para reduzir quilómetros efetuados e as viaturas alocadas para o cumprimento da missão (R.M. Cotovio, *op. cit.*).

Para os exercícios e missões, essas coordenações normalmente são previstas durante a fase de planeamento e geridas nas operações de projeção, missão e retração, quer pela DAT, quer pelo Comando Aéreo, dependendo de quem tenha a responsabilidade pela realização e coordenação desse exercício ou dessa missão (B.R. Prazeres, entrevista por *e-mail*, 12 de novembro de 2021).

As distâncias percorridas pelas viaturas só no interior de Unidades como a BA5 e a Base Aérea n.º 11 (BA11), representam cerca de 40% do total (N.R. Sá & R.M. Cotovio, entrevista por *e-mail*, 12 de novembro de 2021), o que deixa antever que nestas situações, caso se aplique as indicações de Gargiulo et al. (2017), tratando as Unidades da FA como se fossem cidades, será possível obter reduções significativas nas distâncias totais percorridas.

Caso a utilização das novas tecnologias se intensifique em determinadas áreas, onde não seja estritamente necessária a presença física das pessoas, a diminuição nas deslocações em viaturas militares da FA para reuniões, consultas e/ou aulas será certamente potenciada (F.M. Morais, entrevista por *e-mail*, 12 de novembro de 2021).

Tendo em consideração o defendido para as cidades inteligentes por Gargiulo et al. (2017) e o defendido para uma mobilidade sustentável por Mohammadian e Rezaie (2020), reduzir as distâncias percorridas pelas viaturas das diversas Unidades da FA e o consumo de combustível associado é possível. A Diretiva n.º 6 do CEMFA (2021), define a necessidade



de redução em 5% dos vários indicadores associados ao consumo de combustível terrestre e à distância percorrida pelas viaturas da FA, face à média do último triénio.

Conjugando esses três contributos, com a coordenação de movimentos, a partilha de viaturas e a redução geral de necessidades de movimentos, projeta-se que, seja possível atingir reduções de consumo e de distâncias percorridas até 2050 face a 2021, contribuindo para a redução das emissões de GEE.

4.2.3. Substituição de viaturas

Atualmente os diferentes tipos de viaturas consideradas ecológicas e sustentáveis, para além das que utilizam biocombustíveis ou combustíveis sintéticos, são as elétricas, híbridas ou viaturas com *fuel cell* de H₂ (Serrano, Carvalho, Pires, Pereira & Silva, 2019).

As viaturas da FA têm uma idade média de 21 anos e a distância média percorrida de 203.400 km, para atingir as metas ambientais terá que se recorrer, inevitavelmente, à substituição faseada de viaturas até 2050 (B.R. Prazeres, *op. cit.*), o que implica um investimento inicial alto, algo que possibilitará alcançar uma redução significativa com os custos de manutenção e de combustível, bem como uma redução significativa nas emissões de GEE (Correia, 2020).

Se a substituição faseada destas viaturas tiver início perto do ano 2030, ficando concluída antes de 2050, o intervalo de tempo será de aproximadamente 20 anos. O que permite considerar que, devido ao menor desgaste mecânico e pela diminuição de distâncias a percorrer, as viaturas a serem adquiridas inicialmente, ainda permanecerão ao serviço em 2050, não sendo por isso, necessário que nesta projeção, se considere o abate e substituição das viaturas novas que se prevê adquirir com 0% de emissões de GEE.

4.2.3.1. Viaturas Elétricas

As viaturas elétricas têm como vantagem os baixos custos de manutenção e de funcionamento, a redução total das emissões de GEE no seu funcionamento e que, será tanto menor em todo o seu ciclo, quanto maior a quantidade de energia renovável utilizada para produzir a energia elétrica necessária para carregar as baterias (Serrano et al., 2019).

Tem como desvantagem, o tempo necessário para carregar as baterias, a baixa autonomia associada, a necessidade de pontos de carregamento, o curto período de vida útil das baterias e o custo de aquisição elevado (Serrano et al., 2019).

No caso da instalação de parques com painéis fotovoltaicos para autoconsumo nas Unidades, à semelhança do que aconteceu na BA5, os custos associados à energia elétrica necessária para o carregamento das baterias e as emissões de GEE associadas à produção de



energia, são reduzidos pelo que, esta tornar-se-ia uma opção sustentável, mais económica e ecológica, para todo o ciclo de funcionamento das viaturas (BA5, 2021b).

4.2.3.2. Viaturas Híbridas

As viaturas híbridas são viaturas com motor de combustão interna que consomem combustíveis fósseis e que, por terem também um motor elétrico acoplado, possibilitam a realização de alguns quilómetros em modo elétrico, reduzindo o consumo de combustível. Estas podem possibilitar carregamentos elétricos externos, como é o caso das viaturas tipo *plug-in*, que por isso, permitem a realização de mais quilómetros em modo elétrico e são mais ecológicas e económicas do que uma viatura híbrida normal (Serrano et al., 2019).

Têm como maior vantagem a sua autonomia, porque, a qualquer momento, podem recorrer à utilização do motor de combustão interna, mas como desvantagens, têm o facto de necessitar de manutenções regulares, como qualquer outra viatura de combustão interna (Serrano et al., 2019).

Apesar da redução nos consumos de combustível, a mesma não é suficiente para alcançar as metas tipificadas no RNC2050 (RCM n.º 107/2019, 2019), não sendo por isso, considerada uma opção viável para a FA (J.L. Braga, entrevista por *e-mail*, 12 de novembro de 2021).

4.2.3.3. Viaturas a *fuel cell* de H₂

As viaturas a *fuel cell* de H₂, já existem no mercado, quer como opção para viaturas ligeiras quer para pesadas, no entanto, é uma opção que ainda tem um custo elevado e só daqui a alguns anos será totalmente viável pois neste momento, são poucas as opções existentes o que se traduz numa viatura mais cara, além de que ainda não existem infraestruturas para possibilitar o abastecimento destas viaturas (Serrano et al., 2019).

Este tipo de viaturas, não é uma opção viável para a FA, uma vez que a sua aquisição não é possível por as viaturas a *fuel cell* de H₂, não constarem no documento que, indica os tipos de viaturas que podem ser adquiridas para o Parque de Viaturas do Estado (Despacho n.º 2293-A/2019, 2019).

Assim que essas limitações sejam ultrapassadas, para Gil (2019) adquirir viaturas pesadas e viaturas ligeiras a *fuel cell* é uma opção viável, porque proporcionam a flexibilidade, autonomia, alcance e rapidez de abastecimento, possibilitando de forma prática e sem inconvenientes cumprir as missões da FA e cumprir com as normas tipificadas para atingir a neutralidade carbónica até 2050.

Ao instalar nas Unidades da FA, postos de abastecimento e produção de H₂ tipo *Drhyve*, que permitam produzir o H₂ necessário para abastecer as viaturas recorrendo a



fontes de energia renovável, possibilita-se que todo o ciclo de funcionamento, com recurso a esta tecnologia, seja prático, autossuficiente e principalmente mais económico e ecológico do que recorrendo aos combustíveis fósseis e conseguindo satisfazer as necessidades de uma mobilidade flexível e sem limitações nas distâncias a percorrer (Tomé, 2021).

4.2.4. Síntese conclusiva e resposta à QD2

Depois de identificadas medidas para atingir a neutralidade de carbono e de identificar quais as que podem ser implementadas na FA, é possível responder à QD2, cumprindo assim com o OE2.

Para atingir a neutralidade de carbono, as várias medidas identificadas anteriormente (reduzir as distâncias percorridas e o consumo de combustível, utilizar biocombustíveis nas viaturas que permitam essa utilização, coordenar movimentos internos e externos, incentivar a partilha de meios e, gradualmente proceder à substituição de viaturas por outras mais ecológicas e com 0% de emissões de GEE), devem ser coordenadas e implementadas de forma coerente e faseada.

4.3. **QC: Quais os contributos para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FA?**

Recorrendo às medidas elencadas anteriormente, para quantificar as projeções anuais de emissões de GEE e comparando as mesmas, com as emissões de GEE no ano 2005, é possível aferir sobre quais os contributos daí resultantes e que irão permitir atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FA.

Foram considerados três possíveis contributos para atingir a neutralidade carbónica nos Transportes da FA, a redução do consumo de combustível e a respetiva redução da distância percorrida pelas viaturas, a utilização de biodiesel e a substituição faseada das viaturas em utilização em 2021, por viaturas ecológicas no decorrer dos próximos anos.

4.3.1. Redução do consumo de combustível através da redução da distância percorrida

Neste ponto foram considerados quatro horizontes temporais, aos quais correspondem quatro níveis de ambição:

- A redução de 10% da distância percorrida até 2030, o que equivale a uma redução de 51% nas emissões de CO₂eq face a 2005 e cerca de menos 1.999 t de CO₂eq emitidas para a atmosfera;



- A diminuição de 15% da distância percorrida até 2035, o que corresponde a uma diminuição de 54% nas emissões de CO₂eq face a 2005 e cerca de menos 2.106 t de CO₂eq emitidas para a atmosfera;
- A redução de 20% da distância percorrida até 2040, a que corresponde uma diminuição de 56% das emissões de CO₂eq face a 2005 e cerca de menos 2.212 t de CO₂eq emitidas para a atmosfera;
- A redução de 25% na distância percorrida após 2041 e até 2050, que corresponde a uma diminuição de 59% das emissões de CO₂eq face a 2005, e cerca de menos 2.319 t de CO₂eq emitidas para a atmosfera.

Esta projeção constante no Quadro 4 (Apêndice F), baseia-se na premissa de que, tal como explanado em 4.2.2. é possível continuar a reduzir as distâncias percorridas e o consumo de combustível.

4.3.2. A utilização de biodiesel B30 e B15

A utilização de biodiesel B30 nas viaturas da FA afigura-se como uma solução de relevante interesse nos próximos anos e até 2040. A partir de 2040, com a expectável renovação das diversas frotas da FA, a sua utilização deixará de ser extensível a um tão grande número de viaturas.

Em Portugal é utilizado o biodiesel B7, o que no caso da FA, proporcionou em 2021, cerca de 10% de redução das emissões de GEE face a 2005, o equivalente a uma redução de emissões de sensivelmente 374 t de CO₂eq.

Assim, estimou-se que, até ao ano de 2040, a FA passará a utilizar o biodiesel B30 em detrimento do B7, em 286 viaturas ligeiras e pesadas, a partir de 2040 e até 2050, estimou-se a sua utilização em apenas 191 viaturas conforme o Quadro 5 (Apêndice F).

Foi assumida a utilização de biodiesel B15 em detrimento do B7, nas restantes 659 viaturas ligeiras e pesadas da FA, que não permitem misturas superiores. A partir de 2040 e até 2050, este número estimou-se ser de apenas 285 viaturas.

Nestes pressupostos e até 2040, se a FA começar a utilizar o biocombustível B30 e B15 nas suas 945 viaturas e equipamentos, a redução de emissões de CO₂eq será de 13% face a 2005.

Entre 2041 e 2050, com a utilização de biocombustível B30 e B15 em apenas 476 viaturas, a redução de emissões de CO₂eq será de 11% face a 2005.



4.3.3. Substituição faseada de 469 viaturas

Assumiu-se que a FA irá proceder à substituição faseada de 469 viaturas de quatro frotas diferentes, nomeadamente os AUT, PIK, TP5 e TP9, por serem as mais representativas no que concerne ao consumo de combustível e a distâncias percorridas, conforme as Figuras 4 e 5.

Considerando a idade e quilometragem média atual das viaturas da FA (21 anos e 201.000 km), assumiu-se que, se as aquisições de viaturas se iniciarem apenas em 2030, estas 469 viaturas irão permanecer ao serviço, pelo menos até ao ano 2050, não sendo necessário realizar a substituição das viaturas com 0% emissões de GEE, que venham a ser adquiridas nesse intervalo de tempo.

Correia (2020) refere que, as viaturas para serem abatidas, têm de cumprir dois requisitos, ter mais de dez anos e mais de 150.000 km ou, terem mais de 20 anos, mesmo que, tenham percorrido menos de 150.000 km.

De acordo com esses requisitos, a FA (frota com 21 anos e 201.000 km de média), poderia já em 2022, abater 415 viaturas ligeiras. Por esse motivo, a inclusão de uma proposta de substituição faseada de determinadas viaturas, não deve ser vista apenas como um investimento avultado para o cumprimento dos normativos ambientais, tem também que, ser encarada como uma renovação normal e necessária das viaturas da FA para o bom cumprimento da missão.

O que é sugerido neste TII é que, ao realizar a substituição das viaturas da FA, não se adquiram viaturas com motor de combustão interna, mas sim, viaturas com 0% de emissões de GEE, para atingir as metas ambientais do RNC2050 (RCM n.º 107/2019, 2019).

Para Correia (2020), as viaturas elétricas face às viaturas a diesel são mais caras no momento da aquisição, no entanto, os seus custos operacionais são muito mais baixos e em média, ao fim de oito anos, é atingido o ponto de retorno do investimento, essencialmente através da diminuição dos custos em manutenções e dos custos de combustível, muito superiores aos custos da energia elétrica, para a realização das mesmas distâncias.

Se a esse facto se aliar a produção de energia elétrica com recurso a painéis fotovoltaicos instalados nas Unidades da FA, cumprindo com o previsto na Diretiva n.º 6 do CEMFA (2021), o custo operacional das viaturas elétricas pode diminuir e o ponto de retorno do investimento das viaturas elétricas face às viaturas diesel, pode ser alcançado antes.

Para a aquisição de viaturas (Quadro 7 do Apêndice F) foi formulada uma hipótese, se até:



- 2030 forem substituídas 100 viaturas, o que equivale a uma redução de 50% de emissões de GEE face a 2005;
- 2035 após a substituição de 175 viaturas, obtém-se um redução de 54% de emissões de GEE;
- 2040 após a substituição de 275 viaturas, obtém-se uma redução de 60% emissões de GEE;
- 2045 após a substituição de 370 viaturas, obtém-se uma redução de 67% emissões de GEE;
- 2050 após a substituição de 469 viaturas, obtém-se uma redução de 73% emissões de GEE.

A aquisição destas viaturas conforme o Quadro 8 (Apêndice F) com 0% de emissões de GEE, terá um custo estimado de dezasseis milhões de euros. Caso sejam adquiridas viaturas a diesel, o valor estimado é de treze milhões de euros. Verifica-se que, o ponto de retorno é atingido ao fazer uma projeção a seis anos, sendo por isso, uma solução viável ambiental e economicamente para a FA.

4.3.4. Síntese conclusiva e resposta à QC

Pelo exposto, verificou-se que, implementar apenas uma das medidas de forma isolada e o esforço despendido para atingir o objetivo de atingir pelo menos 85% de redução de GEE seria imensurável.

Uma vez que é exequível conjugar as várias medidas atrás elencadas, no Quadro 6 (Apêndice F) apresenta-se um resumo global com todos os contributos, para se atingir a redução de emissão de GEE requerida até 2050, após investigar e identificar uma forma de melhor combinar estas medidas. A solução encontrada passa essencialmente por:

- Uma redução da distância percorrida e do consumo de combustível, em 10% (até 2030), 15% (até 2035), 20% (até 2040) e 25% (em 2045);
- A utilização de biodiesel B30 e biodiesel B15 nas 945 viaturas e equipamentos da FA até 2040, reduzindo a sua utilização para 476 viaturas e equipamentos a partir de 2040;
- A substituição faseada de 469 viaturas, até 2050.

A Figura 6 apresenta a projeção das emissões de GEE até ao ano 2050, de acordo com a solução integrada, anteriormente identificada.

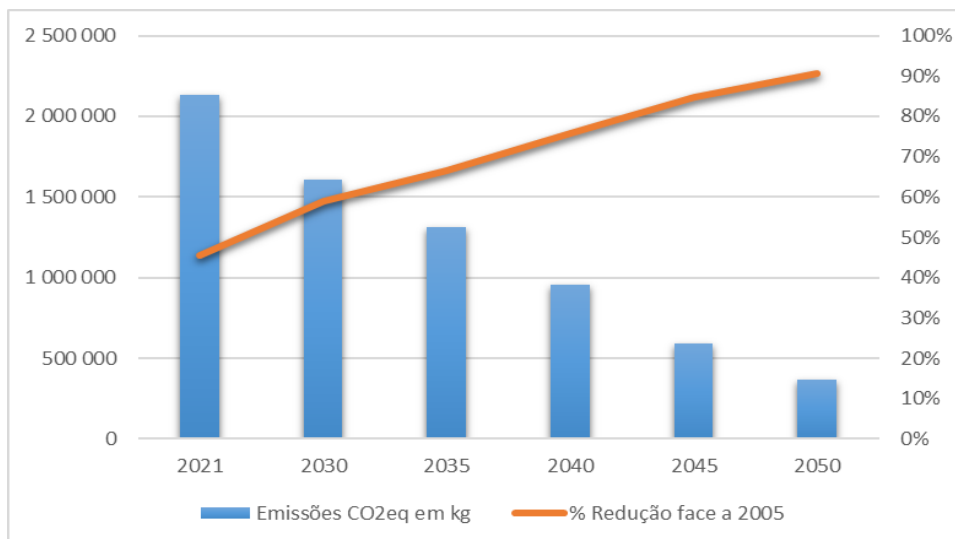


Figura 6 - Projeção para atingir a Neutralidade de Carbono nos Transportes da FA

Em 2045 são atingidas as metas tipificadas no RNC2050 (RCM n.º 107/2019, 2019), ao atingir uma redução de **85%** nas emissões de GEE face a 2005. Esta previsão indica que, até 2050, é possível atingir uma redução de **91%** nas emissões de GEE face a 2005.

A Lei de Bases do Clima (Lei n.º 98/2021, 2021) definiu metas mais ambiciosas que o previsto no RNC2050 (RCM n.º 107/2019, 2019), com a necessidade de, atingir a neutralidade de carbono já em 2045 e alcançar uma redução das emissões de GEE de 90% até 2050. A projeção prevista por este TII, cumpre igualmente com o estipulado nesta Lei.



5. Conclusões

Neste trabalho procurou-se identificar e avaliar os **contributos para a neutralidade de carbono na FA**, com o objetivo de que no setor dos Transportes na FA, se cumpram os compromissos ambientais assumidos por Portugal.

O constante aumento da temperatura média da Terra, tem-se verificado como prejudicial para o meio ambiente provocando constantes alterações climáticas. No intuito de diminuir estes fenómenos prejudiciais à vida na Terra, é fulcral a diminuição das emissões de GEE.

Existem vários documentos legislativos internacionais e nacionais, que visam o cumprimento das metas ambientais, nomeadamente a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2021b), o Acordo de Paris (ONU, 2015), o RNC2050 (RCM n.º 107/2019, 2019) e o PNEC2030 (RCM n.º 53/2020, 2020).

Uma das ambições de Portugal é conseguir reduzir entre 85% e 90%, as emissões de GEE até 2050 face ao ano de 2005, em diversos setores de atividade, sendo o setor dos Transportes um dos referenciados, conforme o RNC2050 (RCM n.º 107/2019, 2019).

Este TII foi delimitado aos Transportes da FA, foram analisados o Estado da Arte, os dados retirados dos SI e a legislação internacional e nacional enquadrante em vigor. O que, possibilitou uma perspetiva atual e permitiu projetar o futuro, até ao ano de 2050. Tendo como referência comparativa, o ano de 2005, foi possível calcular a percentagem de redução das emissões dos GEE.

Para concretizar o OE1, **identificar o estado energético atual nos Transportes da FA** e a, resposta à respetiva QD1, foram analisados os dados de 2021, referentes a viaturas e equipamentos da FA, determinaram-se as distâncias percorridas e os consumos de combustível terrestre de forma a calcular as emissões de GEE.

Em resposta à QD1 foi possível, após calcular as emissões de GEE em 2021 (estimadas em 2.134 t de CO₂eq) e em 2005 (estimadas em 3.919 t de CO₂eq) identificar, uma redução de 46%, em 2021 face a 2005.

Relativamente ao OE2, **identificar medidas para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FA**, bem como a resposta à QD2, concluiu-se que, existem várias medidas passíveis de ser implementadas no setor dos Transportes, para cumprir com as metas ambientais estipuladas.

Foi reconhecido que, recorrendo à coordenação de movimentos, reduzindo as necessidades de deslocações em viaturas militares, reduzindo o consumo de combustíveis e,



utilizando biocombustíveis B15 e B30, alcançar-se-á uma diminuição das emissões de GEE no setor dos Transportes, ao longo dos próximos anos, face ao ano de 2005.

Concluiu-se que, será também necessário substituir progressivamente as viaturas existentes por viaturas elétricas ou a *fuel cell* de H₂, com 0% de emissões de GEE. Para além de substituir as viaturas e os combustíveis que se utilizam, é igualmente fundamental, que se altere o modo como a sociedade encara a mobilidade, a sustentabilidade e a tecnologia, para que tudo conjugado, possibilite uma redução efetiva das necessidades de deslocações e do consumo de combustíveis para assim, se conseguir diminuir as emissões de GEE.

Após identificadas as medidas existentes e aplicáveis ao setor dos Transportes e relativamente ao OG, **avaliar contributos para a neutralidade de carbono nos Transportes da FA** bem como a resposta à QC, **quais os contributos para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes**, concluiu-se que, existem vários contributos possíveis e que, conjugando todos, nomeadamente, a redução do consumo de combustível através da redução da distância percorrida anualmente, a utilização de biodiesel com maior percentagem (B15 e B30) nas viaturas da FA e a substituição faseada de viaturas, a neutralidade carbónica nos Transportes da FA será uma realidade antes de 2050.

Com a utilização do biodiesel B7, nas viaturas da FA, as emissões de GEE em 2021 face a 2005, reduziram 10%. Até ao ano de 2040, ao utilizar o biodiesel B30 e B15 a redução de emissões de CO₂eq será de 13% face a 2005.

Para efeitos de condução desta investigação recorreu-se a uma estimativa das reduções de GEE, tendo como pressuposto a redução do consumo de combustível e da distância percorrida pelas viaturas da FA. Para uma redução de consumo de combustível de 10%, a redução de GEE correspondente é de 51%. Se o nível de ambição for alargado, para uma diminuição no consumo de combustível de 25%, a redução nas emissões de GEE sobem para 59%.

Constatou-se que, para além das medidas anteriores, é necessário que, a FA, substitua faseadamente, pelo menos, 469 viaturas ligeiras de quatro frotas diferentes por viaturas com 0% de emissões de GEE. Para adquirir estas viaturas, será necessária uma verba total, estimada em dezasseis milhões de euros.

Ao substituir essas viaturas faseadamente, por viaturas sem emissões de GEE, mais concretamente em 2030 ao substituir 100 viaturas, a redução das emissões de GEE face a 2005, será de 50%. Em 2050, ao concluir a substituição das 469 viaturas, a redução das emissões de GEE, será de 73%.



Face ao exposto e recorrendo a uma solução integrada, mais concretamente, a utilização de biocombustíveis B15 e B30, a redução da distância percorrida e do combustível consumido pelas viaturas da FA, a coordenação de movimentos, mas também, a substituição de 469 viaturas, os valores de redução das emissões de GEE face ao ano de 2005, serão de **85%** em 2045. Em 2050 o valor alcançado será de **91%**, atingindo assim a neutralidade carbónica almejada e cumprindo com as metas tipificadas no RNC2050 (RCM n.º 107/2019, 2019).

Assim, considera-se que esse trabalho produziu **contributos para o conhecimento** materializados nos valores dos quantitativos das emissões de GEE, das distâncias percorridas e do consumo de combustível das suas 945 viaturas e equipamentos, bem como quais as medidas a implementar e quais os efeitos daí resultantes, para a concretização da projeção realizada para se atingir a neutralidade de carbono no setor dos Transportes até 2045.

Este TII apresenta como **limitação**, embora não tenha sido condicionante, para a pertinente condução da investigação, o facto de que, o Despacho n.º 2293-A/2019 (2019) está desatualizado, porque apresenta valores para aquisição de algumas viaturas elétricas, mas não abrange, qualquer viatura a *fuel cell* de H₂ e no caso de viaturas Pick-Up e TP9, prevê, apenas, opções a diesel.

A eliminação da limitação anteriormente referida e a possível utilização do *eFuel* na aviação, constituem-se assim, como propostas para **estudos futuros**.

Como **recomendações** sugere-se que, a DAT efetue um maior controlo do preenchimento e carregamento de dados nos SI e que, este TII seja enviado para o EMFA, para fazer parte do repositório de conhecimento sobre o ambiente.



Referências bibliográficas

- Agência Portuguesa do Ambiente. (2019). *Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050*. Retirado de <http://descarbonizar2050.apambiente.pt/>
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2021). *Energia e Clima*. Retirado de <https://rea.apambiente.pt/content/emissoes-de-gases-com-efeito-de-estufa>
- Associação de Energias Renováveis. (2019). *Impacto da eletricidade de origem renovável* [Versão PDF]. Retirado de <https://www.apren.pt/contents/files/apren-relatorio-impactos-eletricidade-fer.pdf>
- Associação de Energias Renováveis. (2021a). *Energias Renováveis*. Retirado de <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/destaques>
- Associação de Energias Renováveis. (2021b). *Energias Renováveis - Produção*. Retirado de <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/producao>
- Base Aérea n.º 5. (2021a, 25 de janeiro). *Diretiva n.º 1/2021. Política Ambiental da Unidade*. Monte Real: Autor.
- Base Aérea n.º 5. (2021b, 05 de junho). *Plano Estratégico de Sustentabilidade Ambiental da Base Aérea N.º 5*. Monte Real: Autor.
- Bilhim, J. A. F. (2006). *Teoria Organizacional* (5.ª edição, revista e atualizada). Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa: Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas.
- Casimiro, J. T. (2021, 15 de novembro). *Toyota adia transição para veículos elétricos e reforça aposta no hidrogénio*. Retirado de <https://jornaleconomico.sapo.pt/noticias/toyota-adia-transicao-para-veiculos-eletricos-e-reforca-aposta-no-hidrogenio-808443>
- Chefe do Estado-Maior da Força Aérea. (2017). *Despacho n.º 49/CEMFA/2017 - Política Ambiental da Força Aérea*. Lisboa: Autor.
- Chefe do Estado-Maior da Força Aérea. (2019). *Diretiva n.º 08/CEMFA/2019 - Planeamento Estratégico da Força Aérea 2019/2022*. Lisboa: Autor.
- Chefe do Estado-Maior da Força Aérea. (2021). *Diretiva n.º 06/CEMFA/2021 – Objetivos e Indicadores de Gestão para 2021*. Lisboa: Autor.
- Citroen. (2021, 27 de dezembro). *Energias Alternativas*. Retirado de <https://www.citroen.pt/universo-da-marca-citroen/ambiente-e-desenvolvimento-sustentavel/energias-alternativas.html>



- Cole, C. (2021, 04 de novembro). *Porsche's eFuel could be a climate game-changer*. Retirado de <https://www.cnet.com/roadshow/news/porsche-efuel-climate-gamechanger/>
- Correia, R. J. S. (2020). *Mobilidade Sustentável: Avaliação Do Impacto Da Introdução De Veículos Elétricos* (Tese de Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Empresariais: Ramo de Gestão Logística). Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal.
- Decreto-Lei n.º 89/2008, de 30 de maio (2008). *Estabelece as normas referentes às especificações técnicas aplicáveis ao propano, butano, GPL auto, gasolinas, petróleos, gasóleos rodoviários, gasóleo colorido e marcado, gasóleo de aquecimento e fuelóleos, definindo as regras para o controlo de qualidade dos carburantes rodoviários e as condições para a comercialização de misturas de biocombustíveis com gasolina e gasóleo em percentagens superiores a 5 %*. Diário da República, 1.ª Série, 104, 3072-3080. Lisboa: Ministério da Economia e da Inovação.
- Despacho n.º 149/2020, de 07 de janeiro (2020). *Diretiva Ambiental para a Defesa Nacional*. Diário da República, 2.ª Série, 4, 46-51. Lisboa: Ministério da Defesa Nacional.
- Despacho n.º 17313/2008, de 26 de junho (2008). *Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia. Factores de Conversão*. Diário da República, 2.ª Série, 122, 27912-27913. Lisboa: Ministério da Economia e da Inovação.
- Despacho n.º 2293-A/2019, de 07 de março (2019). *Parque de Veículos do Estado*. Diário da República, 2.ª Série, 47, 7088-(2)-7088-(8). Lisboa: Finanças e Ambiente e Transição Energética - Gabinetes dos Ministros das Finanças e do Ambiente e da Transição Energética.
- Durão, L. F. V. (2020). *Processos termoquímicos para conversão de materiais ricos em lípidos em biocombustíveis e utilização da pirogasolina em motores de ignição comandada* (Tese de Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Bioenergia). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Força Aérea. (2005). *Relatório Anual de Atividades 2005*. Lisboa: Autor.
- Galp. (2021). *Combustíveis para aviação*. Retirado de <https://galp.com/pt/pt/empresas/aviacao>
- Gargiulo, C., Russo, L., & Papa, R. (2017, junho). *The evolution of smart mobility strategies and behaviors to build the smart city*. Paper apresentado na 5ª International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems do Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrónicos, Nápoles.



- Gil, L. (2019). Materiais Necessários para a Transição Energética Via Mobilidade Elétrica Rodoviária. *Ciência e Tecnologia de Materiais*, 31(1), pp. 22-27. Retirado de NP1917075_revista_SPM_V1_V18_low_AF.pdf
- GreenFuture. (2021, 03 de julho). *Camiónes a hidrogénio superam um milhão de quilómetros*. Retirado de <https://greenfuture.pt/2021/07/03/camioes-a-hidrogenio-superam-um-milhao-de-quilometros/>
- Iberdrola. (2021). *Consequências do efeito de estufa*. Retirado de <https://www.iberdrola.com/meio-ambiente/consequencias-efeito-estufa>
- Instituto do Ambiente de Estocolmo. (2018, 13 de dezembro). *The Sustainable Development Goals viewed through a climate lens*. Retirado de <https://www.sei.org/publications/the-sustainable-development-goals-viewed-through-a-climate-lens/>
- Jeekel, H. (2016, julho). *Social Sustainability and Smart Mobility: Exploring the relationship*. Paper apresentado na 14^a World Conference on Transport Research da WCTRS, Shanghai.
- Lei n.º 98/2021, de 31 de dezembro (2021). *Lei de Bases do Clima*. Diário da República, 1.^a Série, 253, 5-32. Lisboa: Assembleia da República.
- Maréchal, F., Schnidrig, J., & Nguyen, T. (2021, julho). *An analysis of the impacts of green mobility strategies and technologies on different European energy systems*. Paper apresentado na 34^a International conference on efficiency, cost, optimization, simulation and environmental impact of energy systems do Concelho Ambiental dos Estados (ECOS), Taormina.
- Marmé, P. (2019, 13 de dezembro). *Autocarros com Diesel 100% feito com óleos alimentares usados já rolam em Lisboa*. Retirado de <https://wattson.pt/2019/12/13/autocarros-com-diesel-100-feito-com-oleos-alimentares-usados-ja-rolam-em-lisboa/>
- Mirante, O. (2021, 07 de novembro). *Cascais vai transformar lixo doméstico em hidrogénio para abastecer autocarros*. Retirado de <https://omirante.pt/sociedade/2021-11-07-Cascais-vai-transformar-lixo-domestico-em-hidrogenio-para-abastecer-autocarros-24b6a966>
- Mohammadian, H. D., & Rezaie, F. (2020). Blue-Green Smart Mobility Technologies as Readiness for Facing Tomorrow's Urban Shock toward the World as a Better Place for Living (Case Studies: Songdo and Copenhagen). *Technologies*, 8 (3), pp. 3-4. doi: <https://doi.org/10.3390/technologies8030039>



- Newton, I. (1676, 5 de fevereiro). *Trecho de uma carta de Newton para Robert Hooke*. Baseado numa metáfora atribuída a Bernardo de Chartres. Retirado de <https://www.pensador.com/frase/MTMwMjY/>
- Organização das Nações Unidas. (2015). *Paris Agreement*. [Versão PDF]. Retirado de https://www.portaldiplomatico.mne.gov.pt/images/pdf/politica_externa/english_paris_agreement.pdf
- Organização das Nações Unidas. (2016, 12 de dezembro). *António Guterres, remarks to the general assembly*. Retirado de <https://www.un.org/youthenvoy/2017/01/secretary-general-antonio-guterres-remarks-to-the-general-assembly-on-taking-the-oath-of-office/>
- Organização das Nações Unidas. (2021a). *O Estado dos Tratados, Capítulo XXVII, Subcapítulo 7.d., Ambiente*. Acordo de Paris. Retirado de https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=_en
- Organização das Nações Unidas. (2021b). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Retirado de <https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>
- Organização das Nações Unidas. (2021c). *Acordo Quadro para as Alterações Climáticas*. Retirado de <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/glossary-of-climate-change-acronyms-and-terms#g>
- Organização das Nações Unidas. (2021d). *Objetivos de Desenvolvimento do Milénio*. Retirado de <https://www.un.org/millenniumgoals/mdgmomentum.shtml>
- Parlamento Europeu. (2021a). *O que é a neutralidade das emissões de carbono e como pode ser atingida até 2050?*. Retirado de <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20190926STO62270/com-o-a-ue-podera-atingir-a-neutralidade-carbonica-ate-2050>
- Parlamento Europeu. (2021b). *Quais são as vantagens do hidrogénio verde para a Europa?*. Retirado de <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20210512STO04004/quais-sao-as-vantagens-do-hidrogenio-verde-para-a-europa>
- Portaria n.º 228/90, de 27 de março (1990). *Regulamento da Gestão do Consumo de Energia para o Sector dos Transportes*. Diário da República, 1.ª Série, 72, 1491-1493. Lisboa: Ministério da Indústria e Energia.



- Prio. (2021, 27 de dezembro). Relatório de Sustentabilidade 2020. [Versão PDF]. Retirado de https://www.prio.pt/downloads/file265_pt.pdf
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. V. (2003). *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (3.^a edição). Lisboa: Gradiva.
- Resolução Conselho de Ministros n.º 107/2019, de 01 de julho de 2019. (2019). *Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050*. Diário da República, 1.^a Série, 123, 3208-3299. Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.
- Resolução Conselho de Ministros n.º 53/2020, de 10 de julho de 2020. (2020). *Plano Nacional de Energia e Clima 2030*. Diário da República, 1.^a Série, 133, 2-158. Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.
- Resolução Conselho de Ministros n.º 63/2020, de 14 de agosto de 2020. (2020). *Plano Nacional do Hidrogénio*. Diário da República, 1.^a Série, 158, 7-88. Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.
- Resolução Conselho de Ministros n.º 98/2020, de 13 de novembro de 2020. (2020). *Estratégia Portugal 2030*. Diário da República, 1.^a Série, 222, 12-61. Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.
- Resolução Conselho de Ministros n.º 46-B/2021, de 04 de maio de 2021. (2021). *Estrutura de Missão «Recuperar Portugal»*. Diário da República, 1.^a Série, 86, 11-(9)-11-(11). Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.
- Salsa, J., Guimarães, O., & Cunha, R. (2021). *CienTic*. Porto: Porto Editora.
- Santos, L. A., & Lima, J. M. (Coords.) (2019). *Orientações metodológicas para elaboração de trabalhos de investigação* (2.^a edição, revista e atualizada). Cadernos do IUM, 8. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Serrano, L., Carvalho, P. M., Pires, N., Pereira, N., & Silva, M. G. (2019, julho). *Comparing sustainable alternatives for energy source for the automotive sector*. Paper apresentado na conferência da *Energy for Sustainability International 2019*, Turim.
- Tomé, J. D. (2021). *Drhyve. O posto de abastecimento de hidrogénio portátil e Português*. Retirado de <https://www.razaoautomovel.com/2021/08/drhyve-o-posto-de-abastecimento-de-hidrogenio-portatil-e-portugues>
- Toyota. (2021). Novo Toyota Mirai, o futuro é de quem o sonha. Retirado de <https://www.toyota.pt/world-of-toyota/campanhas/toyota-mirai.json>



Apêndice A - Modelo de análise

Tema	Contributos para a neutralidade de carbono na Força Aérea			
Objetivo Geral	Avaliar os contributos para a neutralidade de carbono dos Transportes da FAP.			
Objetivos Específicos	Questão Central	Quais os contributos para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FAP?		
	Questões Derivadas	Conceitos	Dimensões	Técnicas de recolha de dados
OE1 Identificar o estado energético atual nos Transportes da FAP	QD1 Qual o estado energético atual nos Transportes da FAP?	Eficiência Energética	Financeira	Análise documental Entrevistas semiestruturadas
		GEE	Organização	
OE2 Identificar medidas para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FAP.	QD2 Quais as medidas para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FAP?	Energia Renovável	Financeira	Análise documental Entrevistas semiestruturadas
		Neutralidade Carbónica	Política Organização	



Apêndice B – Guião da entrevista semiestruturada a perita da DAT



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA
2021/2022 1.ª Edição

ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

O presente guião de entrevista semiestruturada foi elaborado no âmbito da realização do Trabalho de Investigação Individual (TII) do Curso de Promoção a Oficial Superior 2021/22 pelo Capitão Técnico de Manutenção de Material Terrestre Carlos Miguel Freixo Calaixo, e pretende analisar possíveis contributos para a neutralidade de carbono na Força Aérea (FA), no setor dos Transportes.

No seguimento do tipificado internacionalmente, na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e no Acordo de Paris, no âmbito Nacional, foram produzidos entre outros, dois documentos fundamentais para concretizar o assumido por Portugal junto da Organização das Nações Unidas: o Plano Nacional de Energia e Clima 2030 (PNEC2030) e o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050). A Diretiva Ambiental para a Defesa Nacional, vem definir uma estratégia que engloba as questões ambientais, economia circular e sustentabilidade energética. Visa de certa forma, incentivar a reorganização ou adaptação de infraestruturas e equipamentos, mantendo preocupações ambientais na fase do planeamento estratégico, bem como na sua execução e concorrendo ainda, para uma melhor gestão de recursos humanos e materiais, contribuindo para um melhor desempenho ambiental da Defesa Nacional para que se consiga atingir a neutralidade carbónica até 2050.

O grande intuito dos normativos em vigor, é o de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (GEE), até 2050 em cerca de 85%, quando comparadas ao ano de 2005.

Revela-se, fundamental, avaliar a possibilidade de otimizar os Transportes da FA, para cumprir com os normativos em vigor, ou seja, é necessário identificar o estado energético atual e paralelamente, identificar quais as medidas a implementar para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FA.

Pelo referido, o contributo de V. Exa. é muito valioso e uma significativa mais-valia para o sucesso desta investigação e, conseqüentemente, para a qualidade e exequibilidade das recomendações práticas que serão elencadas.

Se assim o pretender, serão devidamente salvaguardas as garantias de anonimato e confidencialidade.

Muito obrigado pela sua colaboração

1. Tem conhecimento das metas ambientais em vigor, que são necessárias cumprir até 2050? Mais concretamente, no que visa a redução das emissões de gases com efeito de estufa das viaturas?
2. Na sua opinião profissional, é exequível substituir as viaturas da FA por viaturas elétricas? Todas ou alguma frota em específico?
3. Na sua opinião profissional, é exequível substituir as viaturas da FA por viaturas híbridas? Todas ou alguma frota em específico?



4. Na sua opinião profissional, é exequível substituir as viaturas da FA por viaturas com *Fuel Cell* (por exemplo a hidrogénio)? Todas ou alguma frota em específico?
5. Na sua opinião profissional, qual a melhor das três opções para o cumprimento das missões da FA?

Tendo em consideração as dificuldades associadas a uma renovação geral do Parque de Viaturas da FA, é necessário abordar outras opções/soluções, que sejam igualmente viáveis para a redução de quilómetros efetuados ou apenas para a redução das emissões dos GEE.

6. O que sabe sobre aditivos para adicionar ao combustível atual (por exemplo biocombustíveis)? Acha exequível e vantajoso para a FA?
7. O que sabe sobre a possível modificação das viaturas atuais para viaturas elétricas ou a *Fuel Cell*? Acha exequível e vantajoso para a FA?
8. Quantos quilómetros anuais em média, são efetuados pelas viaturas da FA? Julga existir margem para diminuir essa média, nos próximos anos?
9. Dos quilómetros realizados, quantos em média poderiam ser reduzidos, se houvesse uma gestão centralizada ou até um melhor planeamento, coordenação e partilha, para obter uma ocupação total das viaturas para o cumprimento das missões?
10. Dos quilómetros realizados, quantos em média poderiam ser reduzidos, se por exemplo as reuniões, entre outros, fossem realizadas através de Videoconferência?
11. A redução da velocidade em autoestrada (por exemplo de 120 km/h para 110 km/h) reduz o consumo das viaturas e a emissão de GEE. Entende ser pertinente a adoção de procedimentos neste sentido?
12. Na sua opinião, acha que seria vantajoso para a FA, enveredar por esta via da modernização recorrendo às tecnologias e opções existentes, para assim cumprir os normativos em vigor o quanto antes? Porquê?



Apêndice C – Guião da entrevista semiestruturada a peritos das Unidades da FA



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA
2021/2022 1.ª Edição**

ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

O presente guião de entrevista semiestruturada foi elaborado no âmbito da realização do Trabalho de Investigação Individual (TII) do Curso de Promoção a Oficial Superior 2021/22 pelo Capitão Técnico de Manutenção de Material Terrestre Carlos Miguel Freixo Calaixo, e pretende analisar possíveis contributos para a neutralidade de carbono na Força Aérea (FA), no setor dos Transportes.

No seguimento do tipificado internacionalmente, na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e no Acordo de Paris, no âmbito Nacional, foram produzidos entre outros, dois documentos fundamentais para concretizar o assumido por Portugal junto da Organização das Nações Unidas: o Plano Nacional de Energia e Clima 2030 (PNEC2030) e o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050). A Diretiva Ambiental para a Defesa Nacional, vem definir uma estratégia que engloba as questões ambientais, economia circular e sustentabilidade energética. Visa de certa forma, incentivar a reorganização ou adaptação de infraestruturas e equipamentos, mantendo preocupações ambientais na fase do planeamento estratégico, bem como na sua execução e concorrendo ainda, para uma melhor gestão de recursos humanos e materiais, contribuindo para um melhor desempenho ambiental da Defesa Nacional para que se consiga atingir a neutralidade carbónica até 2050.

O grande intuito dos normativos em vigor, é o de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (GEE), até 2050 em cerca de 85%, quando comparadas ao ano de 2005.

Revela-se, fundamental, avaliar a possibilidade de otimizar os Transportes da FA, para cumprir com os normativos em vigor, ou seja, é necessário identificar o estado energético atual e paralelamente, identificar quais as medidas a implementar para atingir a neutralidade de carbono nos Transportes da FA.

Pelo referido, o contributo de V. Exa. é muito valioso e uma significativa mais-valia para o sucesso desta investigação e, conseqüentemente, para a qualidade e exequibilidade das recomendações práticas que serão elencadas.

Se assim o pretender, serão devidamente salvaguardas as garantias de anonimato e confidencialidade.

Muito obrigado pela sua colaboração

1. Tem conhecimento das metas ambientais em vigor, que são necessárias cumprir até 2050? Mais concretamente, no que visa a redução das emissões de gases com efeito de estufa das viaturas?
2. Na sua opinião profissional, é exequível substituir as viaturas da sua Unidade por viaturas elétricas? Todas ou alguma frota em específico?
3. Na sua opinião profissional, é exequível substituir as viaturas da sua Unidade por viaturas híbridas? Todas ou alguma frota em específico?



4. Na sua opinião profissional, é exequível substituir as viaturas da sua Unidade por viaturas com *Fuel Cell* (por exemplo a hidrogénio)? Todas ou alguma frota em específico?
5. Na sua opinião profissional, qual a melhor das três opções para o cumprimento das missões da sua Unidade?

Tendo em consideração as dificuldades associadas a uma renovação geral do Parque de Viaturas da FA, é necessário abordar outras opções/soluções, que sejam igualmente viáveis para a redução de quilómetros efetuados ou apenas para a redução das emissões dos GEE.

6. O que sabe sobre aditivos para adicionar ao combustível atual (por exemplo biocombustíveis)? Acha exequível e vantajoso para a sua Unidade?
7. O que sabe sobre a possível modificação das viaturas atuais para viaturas elétricas ou a *Fuel Cell*? Acha exequível e vantajoso para a sua Unidade?
8. Quantos quilómetros anuais em média, são efetuados pelas viaturas da sua Unidade? Julga existir margem para diminuir essa média, nos próximos anos?
9. Quantos quilómetros anuais em média, são efetuados pelas viaturas, apenas dentro da Unidade? No seu entendimento há margem para os reduzir, evitando assim quilómetros excessivos, efetuados a “frio”?
10. Dos quilómetros realizados, quantos em média poderiam ser reduzidos, se houvesse uma gestão centralizada ou até um melhor planeamento, coordenação e partilha, para obter uma ocupação total das viaturas para o cumprimento das missões?
11. Dos quilómetros realizados, quantos em média poderiam ser reduzidos, se por exemplo as reuniões, entre outros, fossem realizadas através de Videoconferência?
12. A redução da velocidade em autoestrada (por exemplo de 120 km/h para 110 km/h) reduz o consumo das viaturas e a emissão de GEE. Entende ser pertinente a adoção de procedimentos neste sentido?
13. Na sua opinião, acha que seria vantajoso para a FA, enveredar por esta via da modernização recorrendo às tecnologias e opções existentes, para assim cumprir os normativos em vigor o quanto antes? Porquê?

**Apêndice D – Fórmulas para calcular as emissões de GEE****Quadro 2 – Fórmulas para calcular as emissões de GEE**

Combustível	Despacho 17313/2008					
	PCI (MJ/kg)		PCI (tep/t)		FE (kg CO ₂ e/GJ)	FE (kg CO ₂ e/tep)
Diesel	42,3	43,3	1,010	1,034	74	3098,2

Portaria n.º 228/90 de 27 de março		
1000 l gasóleo	equivale a t	0,835
gasóleo	equivale a tep/t	1,045

CH₄ and N₂O from Road Transport

$$Emission = \sum_{a,b,c,d} [Distance_{a,b,c,d} \times EF_{a,b,c,d}] + \sum_{a,b,c,d} C_{a,b,c,d}$$

Emission = emissions of CH₄ or N₂O (kg)

EF a,b,c,d = Emission factor (kg/km)

Distance a,b,c,d = distance travelled (VKT) during thermally stabilized engine operation phase for a given mobile source activity (km)

C a,b,c,d = emissions during warm-up phase (cold start) (kg)

a = fuel type (e.g., diesel, gasoline, natural gas, LPG)

b = vehicle type

c = emission control technology (such as uncontrolled, catalytic converter, etc.)

d = operating conditions (e.g., urban or rural road type, climate, or other environmental factors)

Fonte: Construído a partir da Portaria n.º 228/90 e do Despacho n.º 17313/2008.

**Apêndice E – Frotas da FA comparação entre 2021 e 2005****Quadro 3 - Distância percorrida e consumo das frotas da FA em 2021 e 2005**

Frota	Distância percorrida em 2021 - km	Distância percorrida em 2005 - km	Consumos de diesel em 2021 - l	Consumos de diesel em 2005 - l
ACR	102 845	536 244	38 445	187 621
AMB	17 353	62 358	3 042	7 748
ATA	1 917		796	
ATC	50 088		42 338	
AUT	2 106 245	2 584 319	117 709	142 600
AVA	19 695		23 448	
TP5	1 416 022	3 193 864	100 810	223 831
TP9	1 523 264	3 277 182	148 894	313 492
CAG	115 260	318 631	29 346	71 602
CAP	90 220	65 198	13 704	9 808
CBS	89 465		26 148	
CSR	101 089		39 069	
EEM	140		25 537	
EMC	1 941		529	
FUR	226 861	666 809	27 431	72 781
GRU	491		1 873	
JEE	205 439	926 030	29 908	120 832
LES	12 127		4 842	0
MAC	192 594	861 821	36 961	153 204
MVL			-	
PIK	1 441 883	1 419 356	160 363	149 079
PML	14 361	32 658	3 612	7 490
TAA			19 535	
VBR			22	
VCI	48 999		38 445	
TOTAL	7 778 299	13 944 470	932 807	1 460 088
Diferença	-6 166 171		-527 281	
Redução km e l (face a 2005)	44%		36%	
Emissões t CO ₂ eq em 2021	2 134			
Emissões t CO ₂ eq em 2005	3 919			
Redução GEE face a 2005	46%			

Fonte: Construído a partir de dados da DAT e do Anuário de 2005.

**Apêndice F – Previsão e Projeção das emissões de GEE até 2050 face a 2005****Quadro 4 - Previsão da redução de GEE ao reduzir distâncias e consumos até 25%**

	2030	2035	2040	2045	2050
	Redução de 10%	Redução 15%	Redução 20%	Redução 25%	
Emissões GEE total - kg CO ₂ eq	1 920 158	1 813 482	1 706 807	1 600 131	1 600 131
Redução de GEE face a 2005 - kg CO ₂ eq	1 998 986	2 105 662	2 212 337	2 319 013	2 319 013
% Redução face a 2005	51%	54%	56%	59%	59%
Emissões GEE 2005 - kg CO ₂ eq	3 919 144				
Emissões GEE 2021 - kg CO ₂ eq	2 133 508				

Quadro 5 - Vantagens da utilização de Biocombustíveis pelas viaturas da FA

Utilização Biocombustível B7 em 2021 - 945 viaturas	
Redução GEE kg CO ₂ eq	374 283
% Redução face a 2005	10%
Utilização Biocombustível B30 e B15 até 2040 - 945 viaturas	
Redução GEE kg CO ₂ eq	493 123
% Redução face a 2005	13%
Utilização Biocombustível B30 e B15 de 2040 até 2050 - 476 viaturas	
Redução GEE kg CO ₂ eq	441 284
% Redução face a 2005	11%

Quadro 6 – Medidas para a neutralidade de carbono nos Transportes da FA

Projeção Neutralidade	2030	2035	2040	2045	2050
Distância Percorrida em 2021 - km	7 778 299	7 778 299	7 778 299	7 778 299	7 778 299
Consumo Total em 2021 - l	932 807	932 807	932 807	932 807	932 807
Redução Distância Percorrida	10%	15%	20%	25%	25%
Redução Consumo Combustível	10%	15%	20%	25%	25%
Total Viaturas a Substituir - 469	100	75	100	95	99
Redução Consumo Após Substituição Viaturas - l	105 165	191 920	305 026	412 987	527 776
Utilização B7 - Redução em kg CO ₂ eq	265 192	204 963	141 629	115 003	51 709
Utilização B30 e B15 - Redução em kg CO ₂ eq	106 957	101 014	95 072	67 002	50 251
Previsão de emissões GEE - kg CO ₂ eq	1 603 551	1 312 266	953 601	594 115	367 106
% de Redução face a 2005	59%	67%	76%	85%	91%
Custo Aquisição Viaturas elétricas+energia - 6 anos	17 286 637 €				
Custo Aquisição Viaturas diesel+comb. - 6 anos	17 557 999 €				



Quadro 7 – Substituição de viaturas e previsão de emissões de GEE

Análise das Frotas que mais distâncias percorrem				Nº Viaturas a Substituir por Viaturas 0% emissões de GEE											Total Viaturas a Adquirir
Frota	Distância - km	Consumo - l	Nº Viaturas	Cons Estim	2030	Cons Estim	2035	Cons Estim	2040	Cons Estim	2045	Cons Estim	2050	Cons Estim	
PIK	1 441 883	160 363	122	160 363	10	147 218	20	120 929	30	81 496	30	42 062	32	-	122
TP9	1 523 264	148 894	103	148 894	20	119 983	20	91 071	20	62 160	20	33 248	23	-	103
AUT	2 106 245	117 709	146	117 709	40	85 460	20	69 335	30	45 149	30	20 962	26	-	146
T5	1 416 022	100 810	98	100 810	30	69 950	15	54 520	20	33 946	15	18 516	18	-	98
Total	6 487 414	527 776			100		75		100		95		99		469
Total Consumo em 2021		932 807													
% do Consumo		57%													
% de Distância percorrida	83%														
Consumo Total Estimado				527 776		422 611		335 856		222 750		114 789		-	
Diferença Consumo - l				-		105 165		191 920		305 026		412 987		527 776	
GEE em kg CO2eq						1 961 287		1 789 449		1 550 232		1 288 065		1 044 305	
% Redução face a 2005						50%		54%		60%		67%		73%	

Quadro 8 – Custo de aquisição viaturas e custos operacionais a 6 anos

Análise das Frotas que mais consomem Diesel				Custo total	Nº Viaturas a Substituir por Viaturas 0% emissões de GEE					Total Viaturas a Adquirir
Frota	Consumo	Km	Nº Viaturas		2030	2035	2040	2045	2050	
PIK	160 363	1 441 883	122	4 876 950 €	10	20	30	30	32	122
TP9	148 894	1 523 264	103	4 887 650 €	20	20	20	20	23	103
AUT	117 709	2 106 245	146	4 130 340 €	40	20	30	30	26	146
T5	100 810	1 416 022	98	2 410 800 €	30	20	20	5	23	98
Total em l e em km	527 776	6 487 414			3 218 408 €	2 806 358 €	3 489 008 €	3 120 008 €	3 671 957 €	16 305 740 €
Custo anual Comb	731 603 €									
Custo total aquisição - Elétrico	16 305 740 €									
Custo total aquisição - Diesel	13 168 380 €	Custo por l de combustível								
Custo total comb. a 6 anos	4 389 619 €	1,39 €								
Custo total energia a 6 anos	980 897 €	Custo por Kwh energia								
Custo anual energia	163 483 €	0,14 €								
Custo Aquisição+Energia a 6 anos	17 286 637 €									
Custo Aquisição+Comb. a 6 anos	17 557 999 €									

Diesel	Elétrico	Frota	Observações para Valor
30 750 €	39 975 €	PIK	Estimado +30% que diesel
43 050 €	47 453 €	TP9	Citroen Jumpy
19 680 €	28 290 €	AUT	Acordo Quadro
21 525 €	24 600 €	TP5	Acordo Quadro