

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO ESTADO-MAIOR CONJUNTO**

2022/2023



TII

**PREVENÇÃO E ALERTA DA SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA COM O
CONTRIBUTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

**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.**

**Pedro Miguel Monteiro Valente
MAJ GNR INF**



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**PREVENÇÃO E ALERTA DA SINISTRALIDADE
RODOVIÁRIA COM O CONTRIBUTO DA
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

MAJ GNR INF Pedro Miguel Monteiro Valente

Trabalho de Investigação Individual do CEMC

Pedrouços 2023



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**PREVENÇÃO E ALERTA DA SINISTRALIDADE
RODOVIÁRIA COM O CONTRIBUTO DA
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

MAJ GNR INF Pedro Miguel Monteiro Valente

Trabalho de Investigação Individual do CEMC

Orientador: Professor Doutor Paulo Infante

Coorientador: Coronel Tirocinado Mário Guedelha

Pedrouços 2023



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **Pedro Miguel Monteiro Valente**, declaro por minha honra que o documento intitulado **Prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária com o contributo da inteligência artificial** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida, enquanto auditor do **Curso de Estado-Maior Conjunto 2022/2023** 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, **03 de maio de 2023**

Pedro Miguel Monteiro Valente

Major



Agradecimentos

A realização deste trabalho não seria possível sem o apoio e energia de diversas pessoas, a quem gostaria de manifestar publicamente o meu sincero e sentido reconhecimento.

As minhas primeiras palavras dirigem-se ao Professor Paulo Infante, meu orientador, e ao Coronel Tirocinado Mário Guedelha, meu coorientador, principalmente pela partilha de conhecimento e argutas orientações com que me guiaram, mas também pela visão crítica que imprimiram ao longo de todo este trabalho.

Aos entrevistados, Exmo. Sr. Tenente-General Santos Correia, Coronel (R) Paulo Manuel, Coronel Luís Branco; Professor Vítor Nogueira; Professor Pedro Nogueira; Tenente-Coronel Nuno Gonçalves; Capitão Celso Pereira; Capitão Hélder Lima e Cabo-Chefe Paulo Rebisco, pela disponibilidade demonstrada e pela diferenciada qualidade das suas respostas, que muito contribuíram para os resultados alcançados.

Aos Comandantes de Destacamento de Trânsito e Adjuntos, pelo célere e precioso contributo que prestaram ao responderem aos questionários enviados.

Ao Senhor Capitão-de-mar-e-guerra Luís Jimenez, Diretor do Curso de Estado-Maior Conjunto, em reconhecimento pelo acompanhamento presente e estímulo constante, que imprimiu nos mais diversos momentos deste longo e árduo percurso.

Aos meus camaradas de curso, pela amizade que partilhámos nestes longos e intensos meses de trabalho.

Finalmente, uma palavra de especial agradecimento à minha esposa, Ana Margarida, e aos nossos dois filhos, Miguel e João, pilares fundamentais da minha vida, a quem agradeço a compreensão das minhas ausências e sem os quais a realização deste trabalho não seria possível.

A todos, o meu sincero agradecimento.



Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento conceptual e metodológico	4
2.1. Enquadramento conceptual.....	4
2.1.1. Prevenção.....	4
2.1.2. Alerta.....	4
2.1.3. Sinistralidade rodoviária.....	5
2.1.4. Inteligência artificial.....	5
2.1.5. Modelação, <i>Machine Learning</i> e predição.....	6
2.2. Modelo de análise.....	7
3. Metodologia e método	8
3.1. Percurso metodológico.....	8
3.2. Método.....	9
3.2.1. Instrumentos de recolha de dados e técnicas de tratamento de dados.....	9
3.2.2. Participantes e procedimento.....	10
4. A inteligência artificial na prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária	13
4.1. A inteligência artificial.....	13
4.2. A sinistralidade rodoviária.....	14
4.3. A inteligência artificial e a sinistralidade rodoviária.....	15
5. O projeto MOPREVIS	18
5.1. Caraterísticas.....	18
5.2. Potencialidades.....	20
5.3. Limitações.....	21
6. A aplicação do projeto MOPREVIS na zona de ação da Guarda Nacional Republicana	23
6.1. A promoção da segurança rodoviária pela Guarda Nacional Republicana.....	23
6.2. O planeamento da atividade operacional da Guarda Nacional Republicana no âmbito da segurança rodoviária.....	25
6.3. Requisitos para implementação do projeto MOPREVIS na zona de ação da Guarda Nacional Republicana.....	33
7. Análise SWOT	39
8. Conclusões	42
Referências bibliográficas	47



Índice de Apêndices

Apêndice A — Modelo de Análise	Apd A - 1
Apêndice B — Guião de Entrevista Grupo A	Apd B - 1
Apêndice C — Guião de Entrevista Grupo B	Apd C - 1
Apêndice D — Guião de Entrevista Grupo C	Apd D - 1
Apêndice E — Matriz de Análise de Conteúdo das Entrevistas	Apd E - 1
Apêndice F — Corpo do Questionário	Apd F - 1

Índice de Figuras

Figura 1 - Esquema resumo do método utilizado na investigação.....	10
Figura 2 - A IA e as suas subáreas	14
Figura 3 – Métodos e algoritmos representativos utilizados na predição de sinistros rodoviários	16
Figura 4 - Resultados da Questão n.º 6	24
Figura 5 - Resultados da Questão n.º 7	24
Figura 6 - Resultados da Questão n.º 8	25
Figura 7 - Resultados da Questão n.º 9	27
Figura 8 - Resultados da Questão n.º 10	27
Figura 9 - Resultados da Questão n.º 11	28
Figura 10 - Resultados da Questão n.º 12	28
Figura 11 - Resultados da Questão n.º 13	29
Figura 12 - Resultados da Questão n.º 14	29
Figura 13 - Resultados da Questão n.º 15	29
Figura 14 - Resultados da Questão n.º 21	30
Figura 15 - Resultados da Questão n.º 16	30
Figura 16 - Resultados da Questão n.º 17	31
Figura 17 - Resultados da Questão n.º 18	31
Figura 18 - Resultados da Questão n.º 19	32
Figura 19 - Resultados da Questão n.º 20	32
Figura 20 - Resultados da Questão n.º 22	33
Figura 21 - Resultados da Questão n.º 23	38
Figura 22 - Resultados da Questão n.º 24	38



Índice de Quadros

Quadro 1 - Lista de entrevistados.....	11
Quadro 2 - Resultados da Questão n.º 3	20
Quadro 3 - Resultados da Questão n.º 1	21
Quadro 4 - Resultados da Questão n.º 2	22
Quadro 5 - Resultados da Questão n.º 4	34
Quadro 6 - Resultados da Questão n.º 5	34
Quadro 7 - Resultados da Questão n.º 6	35
Quadro 8 - Resultados da Questão n.º 7	35
Quadro 9 - Resultados da Questão n.º 9	36
Quadro 10 - Resultados da Questão n.º 8	36
Quadro 11 - Resultados da Questão n.º 11	37
Quadro 12 - Resultados da Questão n.º 12	37
Quadro 13 - Resultados da Questão n.º 13	37
Quadro 14 - Análise SWOT	39
Quadro 15 - Modelo de Análise adotado.....	Apd A - 1



Resumo

Na atualidade, a aplicação de sistemas baseados em inteligência artificial (IA) no combate à sinistralidade rodoviária já é uma realidade, apresentando resultados significativos. Em Portugal já foram dados os primeiros passos nesta área, principalmente através de projetos de investigação desenvolvidos por algumas Academias, dos quais se destaca o projeto da Universidade de Évora MOPREVIS.

Partindo do argumento que a aplicação de metodologias de IA na construção de modelos preditivos potencia a prevenção e o alerta da sinistralidade rodoviária, afigurou-se pertinente analisar de que forma podem ser potenciados os contributos da IA no combate ao flagelo da sinistralidade rodoviária, usando como caso de estudo o modelo MOPREVIS.

Para cumprir este desiderato, recorreu-se a um processo metodológico assente no raciocínio indutivo, materializado por uma estratégia de investigação mista, na qual se recorreu a técnicas de análise documental, inquéritos por entrevista e inquéritos por questionário, num desenho de pesquisa de estudo de caso.

Foi possível concluir que a forma de potenciar os contributos da IA para a prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária deve ser sustentada nas seguintes linhas de orientação estratégica: LOE1 - Assegurar qualidade e rigor; LOE2 - Automatizar; LOE3 - Desenvolver e diversificar; e LOE 4 - Cooperar e colaborar.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Sinistralidade Rodoviária; Prevenção; Alerta; MOPREVIS.



Abstract

Currently, the application of artificial intelligence (AI) systems in combating road accidents is already a reality, with significant results. In Portugal, the first steps have already been taken in this area, mainly through research projects developed by some universities, including the MOPREVIS project at the University of Évora.

Given that the application of AI methodologies in the construction of predictive models can enhance the prevention and alert of road accidents, it was pertinent to analyse how the contributions of AI can be enhanced in combating the scourge of road accidents, using the MOPREVIS model as a case study.

To achieve this goal, a methodological process based on inductive reasoning was used, materialized by a mixed research strategy, which included techniques of documentary analysis, interview surveys, and questionnaire surveys in a case study research design.

It was possible to conclude that the way to enhance the contributions of AI to the prevention and alert of road accidents should be based on the following strategic guidelines: LOE1 - Ensuring quality and rigor; LOE2 - Automating; LOE3 - Developing and diversifying; and LOE 4 - Cooperating and collaborating.

Keywords: *Artificial Intelligence; Road Accidents; Prevention; Alert: MOPREVIS.*



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

A	
ANSR	Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária
B	
BEAV	Boletim Estatístico do Acidente de Viação
C	
C2	Comando e Controlo
E	
EN	Estrada Nacional
F	
FCT	Fundação para a Ciência e Tecnologia
G	
GNR	Guarda Nacional Republicana
I	
IA	Inteligência Artificial
IP	Infraestruturas de Portugal
IUM	Instituto Universitário Militar
L	
LOE	Linhas de Orientação Estratégica
M	
MOPREVIS	Modelação e Predição de Acidentes de Viação no Distrito de Setúbal
O	
OE	Objetivo Específico
OG	Objetivo Geral
OMS	Organização Mundial de Saúde
Q	
QC	Questão Central
QD	Questão Derivada
S	
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities; Threats</i>



U	
UNISDR	Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres
Z	
ZA	Zona de Ação



1. Introdução

Os primeiros automóveis a circular em Portugal surgiram no século XIX (Educação Rodoviária, s.d.). À medida que foi crescendo o número de veículos automóveis em circulação, as autoridades nacionais perceberam a importância que o automobilismo tem no desenvolvimento do país. Por outro lado, foram-se apercebendo que a utilização de automóveis trazia novos problemas de segurança, designadamente pela gravidade dos sinistros rodoviários que podiam originar, o que revela que a sinistralidade rodoviária não é um assunto assim tão recente.

Atualmente, a segurança rodoviária é dos temas que mais preocupa a comunidade mundial (Organização Mundial de Saúde [OMS], 2021). As vítimas que resultam de sinistros rodoviários fazem da sinistralidade rodoviária um grave problema de saúde pública, sendo o sistema rodoviário considerado um dos mais complexos e perigosos com o qual as pessoas interagem diariamente (Leal, 2016). De facto, a OMS (2021) tem chamado a atenção para os milhões de vítimas que por ano morrem ou ficam com sequelas graves, decorrentes de sinistros rodoviários. De acordo com a referida organização, a sinistralidade rodoviária, a nível global e por ano, causa aproximadamente 1,3 milhões de mortes e 50 milhões de feridos, além de constituir a principal causa de morte de crianças e jovens adultos (entre os 5 e os 29 anos) em todo o mundo (OMS, 2021).

Todavia, este problema não se esgota na trágica perda de vidas humanas ou nos danos físicos e psicológicos irreparáveis que provoca nas vítimas e suas famílias. Ele dificulta e inibe também o desenvolvimento económico dos países. A sinistralidade rodoviária é um problema de saúde pública, mas também é um problema com impactos económicos e sociais, como refere o Plano Estratégico Nacional de Segurança Rodoviária 2020:

Para além das perdas e do sofrimento humano (...) existe uma destruição de riqueza que, de acordo com valores do estudo para a Comissão Europeia anteriormente citado, terá ultrapassado em Portugal, nestes seis anos, os 12,4 mil milhões de euros. Destruição de riqueza que corresponde, numa média anual, a cerca de 1,24 % do PIB (Resolução do Conselho de Ministros n.º 85/2017, de 19 de junho, 2017).

Contudo, os perigos subjacentes à sinistralidade rodoviária podem ser prevenidos, ou pelo menos mitigados. A implementação de tecnologia e a adoção de políticas rodoviárias cada vez mais rígidas, têm obtido resultados positivos, que apesar de tudo ficam aquém das expectativas (Marcillo, Caraguay, & Hernández-Álvarez, 2022).



A utilização de sistemas baseados em inteligência artificial (IA), na área da segurança rodoviária, já é uma realidade, e tem apresentado resultados bastante significativos (Marcello et al., 2022), nomeadamente no que respeita aos modelos preditivos da sinistralidade rodoviária, que garantem uma base cientificamente sólida no apoio à avaliação e seleção de medidas de segurança rodoviária e de apoio ao processo de tomada de decisão, apresentando custos bastante reduzidos (Yannis, et al., 2016).

Em Portugal já foram dados os primeiros passos nesta área, principalmente através de projetos de investigação desenvolvidos por algumas Academias¹. Dos diversos estudos em desenvolvimento, tem-se destacado o projeto da Universidade de Évora MOPREVIS² desenvolvido em parceria com o Comando Territorial (CTer) de Setúbal da Guarda Nacional Republicana (GNR). O objetivo final deste projeto foi construir uma ferramenta digital para apoiar a tomada de decisão em tempo real. Apesar de se encontrar ainda em fase experimental, este projeto apresenta um modelo bastante evoluído e consolidado, que aparenta possuir um elevado potencial de intervenção no combate à sinistralidade rodoviária, mas que se encontra limitado à zona de ação (ZA) do CTer de Setúbal da GNR.

Perante este contexto, considera-se de extrema relevância analisar de que forma podem ser potenciados os contributos da IA para a prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária, usando como caso de estudo o modelo MOPREVIS.

No atinente ao anteriormente exposto, a presente investigação tem como objeto de estudo a IA na Segurança Rodoviária, sendo delimitada em três domínios: no domínio temporal, espacial e de conteúdo (Santos & Lima, 2019). No que respeita ao domínio temporal, cinge-se ao período compreendido entre 2019, que corresponde ao início do projeto MOPREVIS, até 15 de abril de 2023, data após a qual não será possível incluir mais dados para a investigação. Quanto ao domínio espacial, o estudo está delimitado a Portugal continental. Em relação ao domínio do conteúdo, este trabalho limita-se aos contributos da IA para a segurança rodoviária.

Como objetivo geral (OG), partindo da tese que a aplicação de metodologias de IA na construção de modelos preditivos potencia a prevenção e o alerta da sinistralidade rodoviária, a presente investigação procura analisar de que forma podem ser potenciados os

¹ A título de exemplo, a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto promoveu alguns trabalhos de investigação nesta área em parceria com a concessionária Ascendi, designadamente com os seguintes temas: “Identificação e Análise de Fatores de Risco em Autoestrada: Aplicação de Modelos Estatísticos”; “Aplicação de Modelos de Previsão de Acidentes Rodoviários à Rede Ascendi”.

² [Moprevis - Modelação e predição de acidentes de viação \(uevora.pt\)](https://moprevis.uevora.pt).



contributos da IA para a prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária. Para a prossecução do cumprimento do OG propõem-se os seguintes objetivos específicos (OE):

OE1. Analisar o enquadramento teórico da IA, no âmbito da prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária;

OE2. Caracterizar o projeto de Modelação e Predição de Acidentes de Viação no Distrito de Setúbal (MOPREVIS);

OE3. Analisar as condições para aplicação do MOPREVIS a toda a ZA da Guarda Nacional Republicana (GNR).

Após a identificação dos OG e OE, assume-se como fundamental a formulação da Questão Central (QC) e das respetivas Questões Derivadas (QD). Nesta senda, surge como QC da investigação: de que forma podem ser potenciados os contributos da IA para a prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária?

Tendo como referência o OG e respetivos OE, e atendendo à QC anteriormente definida, foram elencadas as seguintes questões derivadas:

QD1. Quais os principais contributos teóricos da IA para a prevenção e o alerta da sinistralidade rodoviária?

QD2. Quais as principais características, potencialidades e limitações do projeto MOPREVIS?

QD3. Quais as condições para aplicação do MOPREVIS a toda a ZA da GNR?

No que se refere à organização, a presente investigação contempla oito capítulos: no primeiro capítulo é feita a introdução da problemática e dos objetivos da investigação; no segundo capítulo é estabelecido o enquadramento concetual e metodológico; o terceiro capítulo alicerça a metodologia e o método da investigação; nos quarto, quinto e sexto capítulos são apresentados e analisados os dados recolhidos, procurando dar resposta às QD 1, 2 e 3 respetivamente; o sétimo capítulo reserva-se à análise SWOT³, onde se materializa a resposta à QC; finalmente, o oitavo e último capítulo é relativo às conclusões.

³ *Strength, Weakness, Opportunity, and Threat* (Humphrey, A., 2005)



2. Enquadramento conceptual e metodológico

2.1. Enquadramento conceptual

Para a concretização do presente estudo importa explicar e definir um conjunto de conceitos estruturais, nos quais este trabalho assenta os seus pilares e relativamente aos quais se tecem algumas considerações imprescindíveis à compreensão do objeto de estudo.

2.1.1. Prevenção

Segundo Bismael Moraes a prevenção:

Conduz a uma disposição preventiva, de aviso, precaução. Daí vem o adjetivo preventivo, mostrando o que é próprio para prevenir; e esse verbo prevenir é o mesmo que antecipar-se, chegar antes; tratar de evitar, acautelar-se, precaver-se; impedir que se execute ou que suceda. (Moraes, 2005, p. 50)

De acordo com Alves (2008, p. 133), “[...] é possível apontar quatro tipos de ações, bem caracterizadoras da atividade policial: as informações, a prevenção, a repressão e a assistência”. Segundo o mesmo autor, a prevenção deve ser o objetivo principal da função polícia, a sua função primordial e a ela “deve corresponder o maior empenhamento, de modo que a função polícia produza a maior utilidade social” (Alves, 2008, p. 137). Acrescenta ainda que “a prevenção será conseguida - com base em informações, isto é, conhecimento do terreno e das ameaças, que permitam prever acontecimentos” (Alves, 2008, p. 134).

Já a prevenção no âmbito da segurança rodoviária, consiste na adoção de determinadas medidas criadas pelas várias entidades com responsabilidade na temática, tendo como fim último a prevenção de sinistros rodoviários e a redução das suas consequências (Racioppi, Eriksson, Tingvall, & Villaveces, 2004).

2.1.2. Alerta

Outro dos conceitos cuja definição importa abordar é a definição de alerta. A Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres define alerta ou o sistema de alerta como:

o conjunto de capacidades necessárias para gerar e disseminar informações de alerta oportunas e significativas para permitir que indivíduos, comunidades e organizações ameaçadas por um perigo se preparem e ajam de forma adequada e em tempo suficiente para reduzir a possibilidade de dano ou perda. (UNISDR, 2009)

No que toca ao normativo legal português, podemos encontrar em diversos diplomas referências ao conceito de alerta, destacando-se o Decreto-Lei n.º 2/2019, de 11 de janeiro,

que institui o Sistema Nacional de Monitorização e Comunicação de Risco, de Alerta Especial e de Aviso à População, que define o conceito como:

[...] a comunicação ao sistema de proteção civil da iminência ou ocorrência de um acidente grave ou catástrofe, acompanhada dos elementos de informação essenciais ao conhecimento da situação, de modo a permitir o desencadear de ações complementares no âmbito da proteção e socorro [...]. (Decreto-Lei n.º 2/2019, de 11 de janeiro, 2019)

2.1.3. Sinistralidade rodoviária

O conceito de sinistralidade rodoviária parece estar perfeitamente assimilado pela sociedade, pois no que respeita a trabalhos académicos ou mesmo no quadro normativo legal não se observa em algum momento a preocupação no seu esclarecimento. Este facto pode indiciar que não se tem verificado algum tipo de enviesamento na sua interpretação. Todavia, dada a sua importância para a investigação, interpreta-se o conceito de sinistralidade rodoviária como o conjunto de ocorrências do sistema rodoviário nas quais surge um sinistro rodoviário.

Ainda respeitante a este conceito, importa referir que ao longo do estudo, tratando-se de um trabalho científico, é utilizada a expressão “sinistro rodoviário” e não “acidente rodoviário”. A principal razão prende-se com a conotação de imprevisibilidade e aleatoriedade ligada ao termo acidente, ou seja, a eventos totalmente imprevisíveis (Pérez, 2011), pelo que é considerado que a semântica da palavra não coincide com o conceito atual. De acordo com o significado da palavra acidente, as únicas hipóteses de uso correto do termo são aquelas em que os eventos são conjuntamente imprevisíveis e inevitáveis (Tabasso, 2012). De facto, o estado atual do conhecimento científico e tecnológico da investigação de sinistros rodoviários permite quase banir a noção de imprevisibilidade, embora nem sempre a de inevitabilidade, pois trata-se de eventos passíveis de análise racional e ações corretivas.

Por estas razões, o termo acidente rodoviário é usado exclusivamente para indicar eventos verdadeiramente imprevisíveis e inevitáveis e, por uma razão elementar de respeito intelectual, nas citações textuais dos autores que o usaram.

2.1.4. Inteligência artificial

De acordo com António Raimundo e Pedro Sebastião (2021, p. 7), em 1943 Warren McCulloch e Walter Pitts publicaram um artigo onde se referiam pela primeira vez ao termo “Redes Neurais Artificiais” referindo tratar-se “[...] de uma estrutura de representação e raciocínio artificiais que, através de um modelo matemático, poderiam realizar uma espécie



de mímica do nosso sistema nervoso central”. No entanto, acrescentam os autores, só em 1955 é que surge o termo “inteligência artificial” - da autoria do cientista John McCarthy, que a define como sendo “A ciência e a engenharia de fazer máquinas inteligentes, especialmente programas de computador inteligentes”.

São inúmeras as definições de IA na atualidade. Segundo Carlos Alastruey (2021, p. 183) “é aquele ramo do conhecimento responsável por realizar processos computacionais capazes de realizar tarefas com base em duas características humanas fundamentais: o raciocínio e o comportamento”. Para António Raimundo e Pedro Sebastião (2021, p. 6) a “A IA pode ser encarada como o desenvolvimento de “máquinas” que conseguem “pensar”, aprender e adaptar “ ou ainda a “Área que estuda o desenvolvimento de soluções digitais a aplicar em máquinas para realizarem atividades humanas de um modo autónomo” (2021, p. 38).

2.1.5. Modelação, *Machine Learning* e predição

Modelação estatística pode ser definida como um processo de tradução simplificada da realidade, onde se procura explicar e/ou predizer uma ou mais variáveis aleatórias de interesse com base em outras variáveis. Quando os analistas de dados aplicam vários modelos estatísticos aos dados que pretendem investigar, isso permite-lhes entender e interpretar as informações de forma mais clara e concisa. Em vez de filtrar os dados brutos, a modelação permite identificar relações entre variáveis, possibilitando a elaboração de previsões sobre conjuntos de dados (Stobierski, 2019).

Com o surgimento da IA, foi possível a aplicação de modelação estatística a conjuntos de dados imensamente superiores. Além do mais, possibilitou a aplicação de técnicas e algoritmos capazes de aprender de diferentes e novas formas de informação, construindo algoritmos que melhoram de forma autónoma com a experiência – atualmente designado por *Machine Learning*.

Segundo António Raimundo e Pedro Sebastião *Machine Learning* é:

[...] uma área que engloba os algoritmos e tecnologias aplicados em máquinas que, durante a conceção, foram desenvolvidas através de metodologias de “aprendizagem”. Em vez de programar regras para que sejam executadas pela máquina, é possível que a máquina aprenda a “criar” essas regras a partir dos dados, chegando ao resultado esperado de uma forma autónoma. (Raimundo & Sebastião, 2021, p. 16)



O uso de novas fontes de informação bem como a aplicação de técnicas de algoritmos capazes de aprender - *Machine Learning* - possibilitou a obtenção de novos benefícios, designadamente a maior automatização dos processos de modelagem e autoaprendizagem, aumentando a capacidade preditiva dos modelos (Management Solutions, 2018).

Por sua vez a predição, ou seja, os modelos preditivos, possibilitam a correlação de informações de fontes heterogéneas (Marcillo et al., 2022, p. 2). Enquanto um Modelo Estatístico consiste no uso de estatísticas para construir uma representação dos dados e, em seguida, realizar uma análise que permita inferir relações entre variáveis e avaliar o seu efeito, um modelo de *Machine Learning* consiste na utilização de modelos matemáticos e estatísticos para obter uma compreensão geral dos dados e realizar previsões. Neste último, o computador é “ensinado a aprender”, consegue entender padrões perante uma enorme quantidade de dados.

2.2. Modelo de análise

Com a realização das entrevistas exploratórias foram identificadas linhas orientadoras que permitiram a construção do modelo de análise, apresentado no Apêndice A, cujo intento é a estruturação de um quadro mental, fundamental para a sistematização dos objetivos, das questões, conceitos, dimensões, variáveis, bem como dos indicadores e das técnicas de recolha de dados selecionadas.



3. Metodologia e método

3.1. Percurso metodológico

A investigação em apreço tem por base as normas em vigor no IUM, nomeadamente a NEP/INV-001(A1) e NEP/INV-003(A3), bem como as “Orientações Metodológicas para a elaboração de Trabalhos de Investigação”, constantes do Caderno do IUM n.º 8, seguindo ainda a referenciação das Normas de Autor no IUM (Fachada, Ranhola, Marreiros, & Santos, 2020)

Considerando o objeto da presente investigação, foram adotadas opções metodológicas partindo-se de uma posição ontológica construtivista, tendo em conta “que os fenómenos sociais e os seus significados estão constantemente a ser executados pelos atores sociais” (Santos & Lima, 2019, p. 16), bem como uma abordagem epistemológica interpretativista, no sentido de compreender a realidade do objeto em estudo.

No que respeita ao raciocínio, a metodologia de investigação baseou-se no raciocínio indutivo, uma vez que teve como “ponto de partida a observação de factos particulares para, através da sua associação, estabelecer generalizações que permitam formular uma lei ou teoria” (Santos & Lima, 2019, p. 18). A investigação em apreço observou o caso particular do projeto MOPREVIS, através do qual se procurou ter uma perspetiva de uma dimensão transversal das potencialidade e contributos da IA para a prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária.

Em relação à estratégia de investigação, face à natureza do objeto de estudo, adotou-se uma estratégia mista, combinando uma dimensão qualitativa, de cariz preponderante, com reforço quantitativo, “de modo a capitalizar as potencialidades e a colmatar as vulnerabilidades de cada uma delas” (Santos & Lima, 2019, p. 29).

No desenho de pesquisa utilizou-se o estudo de caso, considerando que se procurou “recolher informação detalhada sobre uma única unidade de estudo” (Santos & Lima, 2019, p. 36), estando a investigação delimitada no contributo da IA para a segurança rodoviária.

O percurso metodológico adotado para esta investigação corresponde ao estabelecido nas orientações metodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação do IUM, consistindo em duas fases: a fase exploratória e a fase analítica e conclusiva. Na fase exploratória efetuou-se a “definição do objeto de estudo e a delimitação do tema, a formulação do problema de investigação e a definição dos objetivos e das questões de investigação e ainda a definição do procedimento metodológico geral.” (Santos & Lima, 2019, p. 6). Na fase analítica e conclusiva procedeu-se à recolha, análise e apresentação dos dados da investigação (Santos & Lima, 2019, p. 151).



3.2. Método

3.2.1. Instrumentos de Recolha de Dados e Técnicas de Tratamento de Dados

Para a recolha de dados, incidiu-se particularmente na utilização de instrumentos característicos da estratégia de investigação qualitativa, designadamente a análise documental e entrevistas semiestruturadas. A análise documental, baseada na recolha e análise de fontes documentais (Bryman, 2012, p. 543), foi utilizada ao longo de toda a investigação, contribuindo para a construção da base teórica e conceptual do estudo e na resposta às QD 1, 2 e 3. As entrevistas semiestruturadas tiveram um papel fundamental na obtenção de dados que não havia sido possível obter a partir de fontes documentais (Freixo, 2012, p. 220), assumindo-se como instrumento essencial no desenvolvimento da investigação e na construção da resposta às QD 2 e 3.

Com a realização das entrevistas procedeu-se à observação dos dados obtidos através da análise de conteúdo, seguindo a tipologia temática ou categorial por permitir a interpretação do sentido do que foi dito, para além da descrição das situações (Santos & Lima, 2019, p. 119), sendo identificadas as unidades de contexto e determinadas as unidades de registo, ambas devidamente estruturadas em matrizes (Apêndice E), tendo sido, conseqüentemente, quantificadas as unidades de registo traduzidas em percentagem. Dos dados obtidos foram evidenciados os resultados superiores a 50%, porque indicam que maioria dos participantes tem uma opinião ou posição semelhante em relação à questão, e enfatizados os resultados maiores ou iguais a 80%, por ser aqueles que indicam maior concordância entre os participantes. Em casos pontuais, dada a sua relevância para a investigação, foram ainda sublinhados resultados superiores a 25%.

Complementarmente, tendo em vista a coleta de dados mensuráveis, a amplitude da amostra e por forma a alcançar uma outra perspetiva do objeto de estudo, tornou-se igualmente relevante a utilização de instrumentos de recolha de dados característicos da estratégia de investigação quantitativa, em que se utilizou o inquérito por questionário do tipo fechado.

Neste âmbito, foi enfatizado o seu caráter objetivo (Santos & Lima, 2019, p. 27) na prossecução das respostas às QD 2 e 3. A análise das questões foi efetuada através da respetiva incidência percentual face à totalidade das respostas obtidas em cada grupo. Para os diferentes tipos de questões definiram-se diferentes critérios de análise para a obtenção de dados congruentes, na medida em que para as questões fechadas dicotómicas, na sua totalidade de opção entre o sim e o não (Santos & Lima, 2019, p. 77) e para as questões de escolha múltipla em leque fechado, os resultados apresentaram-se percentualmente, sendo

relevado o maior valor obtido no universo de respostas. A propósito das afirmações relativas à aferição do grau de concordância do seu conteúdo, utilizou-se a escala de Likert de cinco pontos (1- Nada relevante; 2- Pouco relevante; 3- Relevante; 4- Bastante relevante; 5- Muito relevante) (Likert, 1932, p. 47).

Seguidamente, os dados obtidos das respostas às QD 1, 2 e 3 foram analisados através de uma matriz SWOT, a fim de obter a resposta à QC. Na Figura 1 pode-se observar um esquema que procura resumir o método utilizado na investigação.

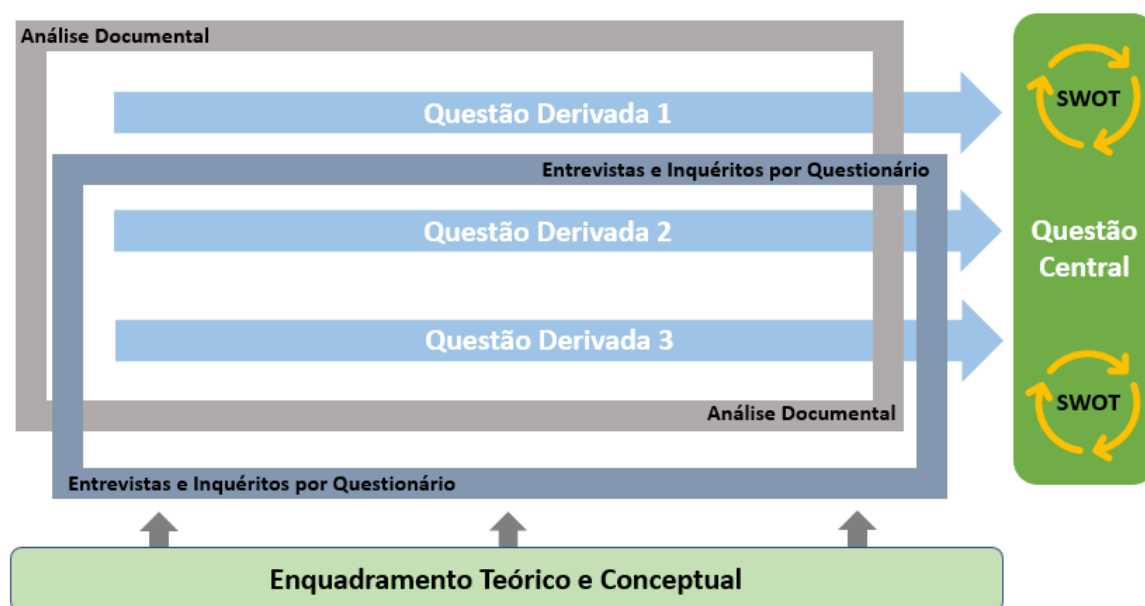


Figura 1 - Esquema resumo do método utilizado na investigação

3.2.2. Participantes e Procedimento

Foram realizadas dez entrevistas, incidindo sobre uma amostra não-probabilística intencional (Santos & Lima, 2019) subdividida em três grupos. Conforme se pode observar no Quadro 1, o grupo A incluiu quatro elementos da equipa de desenvolvimento do projeto MOPREVIS da Universidade de Évora; o grupo B abrangeu quatro militares do CTer de Setúbal envolvidos no desenvolvimento e testagem da ferramenta; o grupo C abarcou dois altos responsáveis do comando da GNR com responsabilidade na condução a nível estratégico e operacional da instituição.



Quadro 1 - Lista de entrevistados

Entrevista	Entrevistado	Função	Data
A1	Professor Paulo Infante	Professor Associado da Universidade de Évora e membro da equipa de desenvolvimento do projeto MOPREVIS (Estatística)	27-03-2023
A2	Professor Vítor Nogueira	Professor Associado da Universidade de Évora e membro da equipa de desenvolvimento do projeto MOPREVIS (Informática)	28-03-2023
A3	Professor Pedro Nogueira	Professor Associado da Universidade de Évora e membro da equipa de desenvolvimento do projeto MOPREVIS (Sistemas de informação Geográfica).	27-03-2023
A4	Coronel (R) Paulo Jorge Silva Rebelo Manuel	Ex-Comandante do Comando Territorial de Setúbal da GNR e membro da equipa de desenvolvimento do projeto MOPREVIS	23-03-2023
B1	Tenente-Coronel Nuno Alexandre Carocha Gonçalves	2.º Comandante do Comando Territorial de Setúbal da GNR	22-03-2023
B2	Cabo-Chefe Paulo Jorge Dinis Rebisco	Investigador Criminal do Núcleo de Investigação de Acidentes de Viação do Destacamento de Trânsito de Setúbal da GNR	16-03-2023
B3	Capitão Hélder Alexandre de Sousa Lima	Atual Comandante do Destacamento de Trânsito de Setúbal da GNR	21-03-2023
B4	Capitão Celso Leandro Fernandes Araújo Leones Pereira	Ex-Comandante do Destacamento de Trânsito de Setúbal da GNR	20-03-2023
C1	Tenente-General José Manuel Lopes dos Santos	Comandante-Geral da GNR	28-03-2023
C2	Coronel Luís Filipe Cristóvão Ferreira Branco	Comandante da Unidade Nacional de Trânsito da GNR	17-03-2023

As entrevistas realizadas tiveram por base um guião previamente edificado especificamente para cada um dos grupos de entrevistados (Apêndice B, C e D). Todas as entrevistas foram efetuadas por correio eletrónico.

Em relação ao inquérito por questionário o mesmo compreendeu 24 questões, distribuídas por 3 secções, conforme Apêndice F. A secção I incide na caracterização geral dos participantes, a secção II sobre IA na prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária e a secção III aborda o planeamento da atividade operacional dos Destacamentos de Trânsito da GNR.

Neste sentido, recorrendo-se à plataforma *google forms*, procedeu-se à elaboração de sete questões de escolha múltipla, nove questões dicotómicas e oito afirmações para atribuição do grau de concordância da população. Após a sua construção, realizou-se um pré-teste a elementos constituintes da população em análise.



Após validação, o inquérito por questionário foi aberto a 16 de março de 2023, tendo sido encerrado a 23 de março do mesmo ano. Foi divulgado e enviado o *link* do formulário através de correio eletrónico à população previamente definida (Hill & Hill, 2016, p. 41), constituída pelo universo total de Oficiais que desempenham funções de Comandante de Destacamento de Trânsito e de Adjunto do Comandante de Destacamento de Trânsito da GNR, num total de 35, de acordo com os dados fornecidos pelo Comando Operacional da GNR. Foram obtidas 33 respostas completas, totalizando 94% da população.



4. A inteligência artificial na prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária

4.1. A inteligência artificial

As primeiras abordagens realizadas com algoritmos baseados em IA consistiam, principalmente, em projetos e investigações académicas, onde as suas aplicações se resumiam a provas de conceito, com pouco desenvolvimento no que poderiam ser futuras aplicações em larga escala. A evolução tecnológica recente, o aumento da comunidade científica a investigar esta temática e também o crescimento exponencial dos recursos alocados a este domínio, têm contribuído para que os algoritmos baseados em IA se tornem ferramentas essenciais e cada vez mais centrais, simplificando processos em tempos considerados complexos (Collins, Dennehy, Conboy, & Mikalef, 2021).

A utilização deste tipo de ferramentas nos diversos domínios, seja no mundo económico, financeiro, militar, saúde, transportes, entre outros, tem revelado que se trata de uma área em crescente desenvolvimento e que apresenta um sem número de potencialidades. Em 2020 a própria Comissão Europeia referiu “[...] ser essencial que as administrações públicas, os hospitais, os serviços de transporte e de utilidade geral pública, os supervisores financeiros e outros domínios de interesse público comecem rapidamente a utilizar produtos e serviços baseados na IA nas suas atividades” (Comissão Europeia, 2020, p. 9).

De facto, no mundo atual que se caracteriza pelo rápido avanço tecnológico e pelos aumentos exponenciais dos grandes conjuntos de dados, a IA passou da mera teoria à aplicação real numa escala sem precedentes (Helm, et al., 2020). Desde a análise de conjuntos de dados extraordinariamente grandes em tempo real, nos veículos autónomos, nas recomendações de visualização influenciadas pelo histórico, até recomendações de compra *on-line* e anúncios, a IA tornou-se fundamental em muitos setores da sociedade e muitas vezes funciona de forma invisível nos nossos dispositivos eletrónicos pessoais (Helm, et al., 2020).

De entre as grandes potencialidades evidenciadas, destaca-se a “[...] utilização de sistemas baseados em IA nas organizações que tem melhorado a capacidade de tomada de decisão nos seus processos, bem como diminuído os custos associados às mesmas tomadas de decisão” (Raimundo & Sebastião, 2021, p. 5).

A IA tornou-se tão abrangente que existiu a necessidade de atribuir duas subáreas: o *Machine Learning* e o *Deep Learning*, conforme podemos analisar na Figura 2.

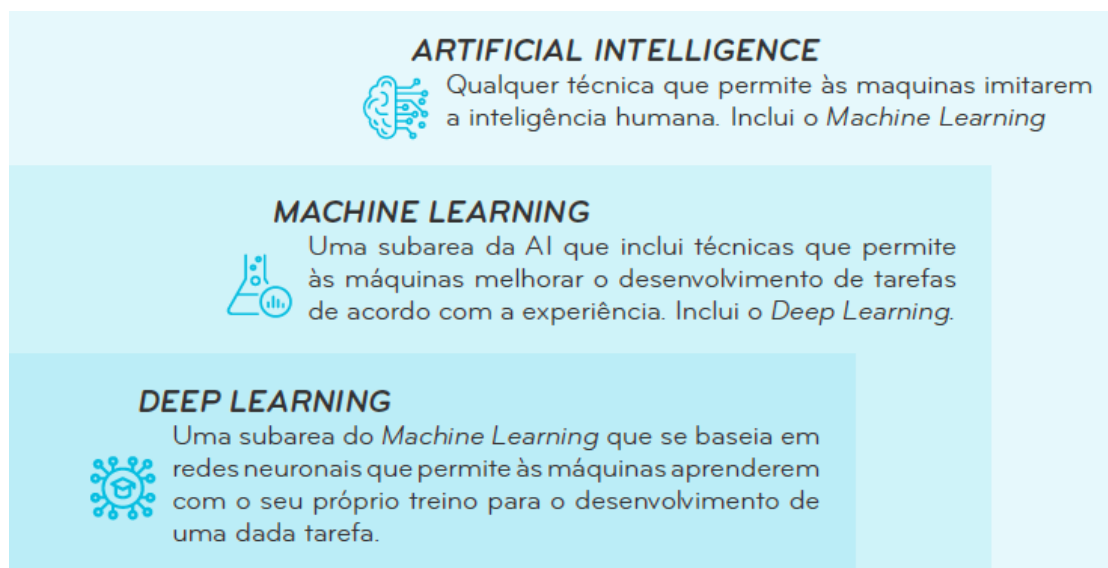


Figura 2 - A IA e as suas subáreas

Fonte: Raimundo & Sebastião (2021, p. 9)

4.2. A sinistralidade rodoviária

É consensual que a utilização dos veículos rodoviários constitui, na atualidade, um bem necessário e de manifesta utilidade social. A dinâmica da sociedade contemporânea apresenta como base de funcionamento a mobilidade, que procura ser cada vez mais rápida. Com efeito, parece que o Homem se tornou dependente da possibilidade de movimentação, que por sinal, se encontra baseada no uso intensivo de veículos rodoviários motorizados.

Ao longo da história, com o incremento da utilização dos veículos rodoviários, emergem os problemas associados às falhas e erros do sistema rodoviário, e que culminam na ocorrência de sinistros rodoviários, provocando anualmente significativos custos humanos, económicos e sociais em todo o mundo.

Neste sentido, reconhecendo a relevância desta problemática, através da resolução n.º 74/299 da Assembleia Geral da ONU, os Estados assumiram o objetivo comum na década 2021-2030, de reduzir as vítimas mortais e feridos resultantes da sinistralidade rodoviária, em pelo menos 50%.

Para a consecução de tal objetivo a OMS estabeleceu um plano base numa abordagem que procura estabelecer a segurança rodoviária como um fator chave no desenvolvimento sustentável dos Estados. A segurança rodoviária deve ser encarada como um valor básico, um direito fundamental para qualquer ser humano, e só assim se “impulsionará a agenda global e criará um novo ímpeto para um compromisso maior de governos, corporações e organizações internacionais com vista à implementação de medidas que podem reduzir significativamente o trauma no trânsito” (OMS, 2021, p. 7).



O continente Europeu, no que respeita ao sistema rodoviário, apresenta níveis de segurança relativos elevados, tendo alcançado uma evolução bastante positiva nas últimas décadas. Observando o histórico da evolução da sinistralidade nos últimos anos, verifica-se uma tendência de descida até ao ano de 2013 após o qual estagnou sofrendo pequenas variações (European Commission, 2021). Portugal, em comparação com o resto dos países europeus, apresenta valores muito elevados, tendo registado, em 2020, 27.725 sinistros rodoviários com vítimas, dos quais resultaram 536 mortos. Estes valores colocam Portugal como o nono país da União Europeia com mais mortes por milhão de habitantes. (Eurostat, 2021).

De acordo com Campón Domínguez (2019, p. 102), o sistema rodoviário é de facto um sistema complexo e muito dinâmico, composto por uma série de elementos:

- O subsistema humano, composto pelos condutores dos veículos, peões e outros possíveis usuários das vias rodoviárias;
- O subsistema tecnológico representado, principalmente, pelo veículo a motor;
- O subsistema estrutural composto pela via, a sua envolvente e as circunstâncias em que se encontram ambos;
- E o subsistema normativo, composto pela legislação e pelos usos e costumes que disciplinam o comportamento dos anteriores três subsistemas.

Como tal, o exercício da condução implica, continuamente, uma sequência dinâmica e heterogénea de ações interrelacionadas, o que conduz por vezes a resultados incertos e imprevisíveis (Leal, 2016). A instabilidade nos subsistemas que compõem o sistema rodoviário provoca um conflito nesse mesmo sistema, manifestando-se através de sinistros rodoviários. Para reduzir a sinistralidade rodoviária é necessário atuar em cada um desses subsistemas, garantindo o seu equilíbrio, e assim assegurar um elevado nível de segurança.

4.3. A inteligência artificial e a sinistralidade rodoviária

Nos estudos desenvolvidos na área da sinistralidade rodoviária, “[...] várias abordagens metodológicas têm sido utilizadas para analisar dados de sinistros rodoviários” (Infante, et al., 2022b). Perante uma visão geral das técnicas de análise de dados, vários algoritmos usados para construir predições de sinistros rodoviários e a identificação de vários fatores de risco são apresentados por Chand, Jayesh e Bhasi, (2021). Nas revisões da literatura apresentadas por Silva, Andrade e Ferreira (2020) e Gutierrez-Osorio e Pedraza (2020), são apresentados vários modelos de *machine learning* para a predição de sinistros. Uma revisão sistemática sobre o estado da arte da predição de sinistros rodoviários em tempo

real pode ser vista no trabalho de Hossain, Abdel-Aty, Quddus, Muromachi, e Sadeek, - “*Realtime crash prediction models: State-of-the-art, design pathways and ubiquitous requirements*” (2019).

Com recurso à IA, e face aos atuais avanços dos métodos computacionais, os modelos baseados em algoritmos de *Machine Learning* (aprendizagem automática) têm-se revelado como ferramentas muito promissoras na investigação do fenómeno da sinistralidade rodoviária (Jamal et al, 2021, cit. por Infante, et al., 2022a), especialmente no que respeita aos modelos preditivos.

Os modelos preditivos da sinistralidade rodoviária são um campo do conhecimento científico muito relevante e atual, aberto à inovação na pesquisa de algoritmos e técnicas de análise de dados que respondam ao desafio de criar um ambiente rodoviário cada vez mais seguro (Gutierrez-Osorio & Pedraza, 2020). Entre os métodos mais utilizados como modelos preditivos, conforme mostrado na Figura 3, podem considerar-se os seguintes: i) redes bayesianas; ii) computação evolutiva; iii) *support vector machines*; iv) redes neuronais artificiais; e v) aprendizagem profunda (Gutierrez-Osorio & Pedraza, 2020, p. 440).

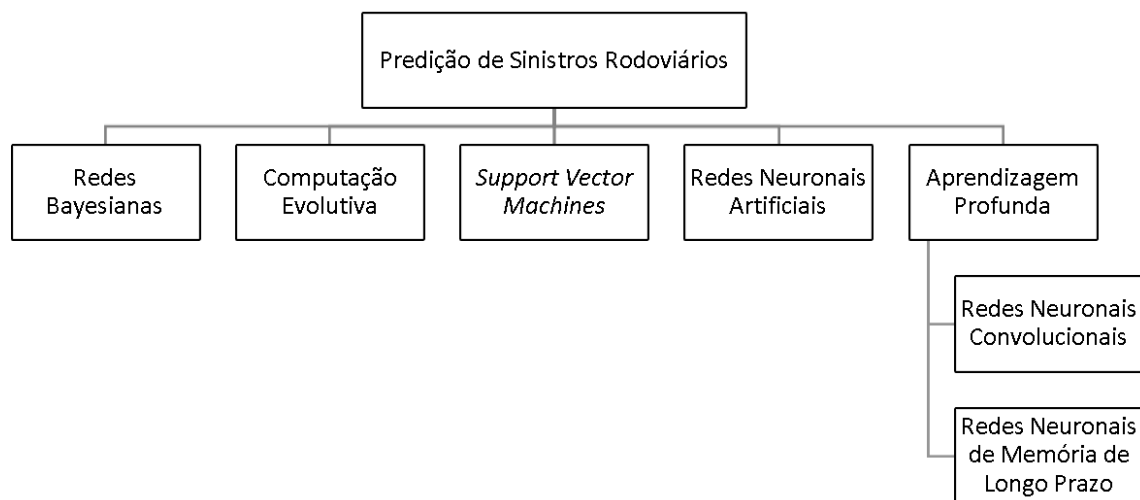


Figura 3 – Métodos e algoritmos representativos utilizados na predição de sinistros rodoviários

Fonte: Adaptado de Gutierrez-Osorio & Pedraza (2020, p. 441)

A predição de sinistros rodoviários é considerada um aspeto fulcral na segurança rodoviária, e será tanto melhor quanto mais informação usar das quatro dimensões associadas ao sinistro rodoviário: os dados dos veículos; os dados dos condutores; os dados das condições do tráfego rodoviário ou do seu histórico; e os dados das condições meteorológicas. Qualquer combinação destas quatro perspetivas aumentará a precisão de um modelo preditivo (Halim, Kalsoom, Bashir, & Abbas, 2016).



Por outro lado, como se pode ver nas revisões bibliográficas já referidas (Chand et al., 2021; Silva et al., 2020; Gutierrez-Osorio & Pedraza, 2020; Hossain et al., 2019) os modelos preditivos são desenvolvidos em função do objetivo: gravidade do sinistro rodoviário ou das vítimas, frequência de sinistros ou ocorrência de sinistros.

A predição da gravidade do sinistro rodoviário geralmente explora a relação entre a sua gravidade ou vítimas e os fatores contribuintes (como comportamento do condutor, características do veículo, geometria e condições da estrada) fornecendo, aos meios de socorro e responsáveis pelo trânsito, informações importantes para implementar medidas com vista a reduzir os efeitos colaterais do sinistro rodoviário, como fornecer assistência médica mais rápida às pessoas feridas, reduzindo assim as vítimas.

Em Portugal não são conhecidos trabalhos publicados envolvendo modelos preditivos com técnicas de IA. Costa, Jacques, Pereira, Freitas, e Soares (2018) desenvolveram um modelo estatístico que permite identificar os fatores que contribuem para a frequência de sinistros rodoviários envolvendo vítimas mortais e feridos em segmentos rodoviários (não cruzando áreas urbanas) de algumas estradas na região Norte⁴.

Poder prever a frequência de sinistros rodoviários num determinado segmento de estrada específico, permite melhorar o sistema de gestão de emergência, pois o tempo de reação será melhorado se houver um aviso prévio sobre quais os segmentos de estradas em que se prevê maior número de ocorrências num dado período de tempo, bem como alocar meios das forças de segurança de uma forma mais eficaz e oportuna, potenciando a sua atuação no âmbito da prevenção desses mesmos sinistros.

Todavia, os modelos preditivos de frequência apenas permitem agir por reatividade, enquanto os modelos preditivos de ocorrência em tempo real permitem agir por antecipação, ao possibilitar que sejam tomadas medidas para que o sinistro rodoviário possa ser evitado. É aqui que o Projeto MOPREVIS pretende atuar. Os modelos de predição apresentados para a estrada nacional (EN) n.º 10, EN n.º 4, autoestrada A33 (incluí Ponte Vasco da Gama) e itinerário complementar n.º 1 nunca foram implementados em Portugal e a nível internacional não há conhecimento de aplicação de modelos preditivos para a ocorrência, em tempo real, de sinistros rodoviários, com a falta de informação em algumas variáveis de grande interesse, seja informações específicas sobre veículos que transitam na via ou a própria intensidade de tráfego.

⁴ EN n.º 14; EN n.º 101 e EN n.º 206.

5. O projeto MOPREVIS

5.1. Características

Em 2018, o distrito de Setúbal registou dos mais elevados números de vítimas mortais a nível nacional (ANSR, 2018). Neste contexto, o CTer de Setúbal, que detém 94% das visas rodoviárias do distrito, ao deparar-se com este preocupante fenómeno, procurou o envolvimento científico da Universidade de Évora no sentido de ser estudado e investigado este problema (Infante et al., 2022a, p. 5).

De acordo com Infante et al (2022a, p. 5), o CTer de Setúbal pretendia produzir segurança rodoviária na sua ZA através da aplicação de uma matriz científica, tendo por base os seguintes vetores:

- A explicação da Ciência para os factos que decorrem dos registos existentes para compreender a realidade;
- A construção de um instrumento preditivo da sinistralidade rodoviária para empenhamento racional dos recursos humanos e materiais da GNR;
- A integração de conhecimento e o empenhamento espaço temporal dos recursos da GNR, numa dimensão conhecida do meio policial como *Intelligence-Led Policing* (as operações policiais orientadas pelas informações, neste caso o conhecimento e a análise de risco);
- A redução do número de acidentes de viação e de vítimas e a otimização dos recursos.

Para tal, foi constituída uma equipa multidisciplinar composta por investigadores das áreas da Engenharia Informática, Estatística, Geociências, Ciências Sociais, Design e militares do CTer de Setúbal, nascendo assim o projeto MOPREVIS (Infante et al., 2022a, p. 6).

Com efeito, o MOPREVIS é um instrumento fundamentado e construído através de novas metodologias e tecnologias, designadamente a IA e a Ciência de dados (Infante et al., 2022a, p. 178), sobretudo no que respeita à análise explicativa dos sinistros rodoviários, tendo por base os dados dos registos oficiais do CTer de Setúbal, nomeadamente através do Boletim Estatístico do Acidente de Viação (BEAV) produzido por cada sinistro rodoviário registado pela GNR (Infante et al., 2022a, p. 8). Os dados utilizados consistem em 28.102 observações de sinistros rodoviários de 2016 a 2019 contendo várias fontes de dados. Tendo por base esses dados, várias variáveis foram escolhidas e novas variáveis foram construídas (Santos, Saias, Quaresma, & Nogueira, 2021, p. 5).

Na sua base final de análise o MOPREVIS é composto por 979 variáveis de diferentes tipos, designadamente: espaciais, temporais, ambientais, veículos envolvidos, intervenientes, via, tipologia e consequências do sinistro rodoviário, densidade populacional, intensidade de tráfego, etc., fornecidas pela Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), as Infraestruturas de Portugal (IP) e o Waze Portugal (Infante et al., 2022a, pp. 8-10).

Em relação à aplicação digital em si e ao seu funcionamento, esta permite a visualização do passado, presente e futuro, sendo possível selecionar o intervalo de tempo pretendido para a análise, visualização ou predição. Apresenta vários filtros, opções de análise e formas de apresentação de dados, como por exemplo representações gráficas, sendo oferecido ao utilizador a possibilidade de realizar um total de 218 representações gráficas (Infante et al., 2022a, p. 166). “Dispõe também de vários conteúdos informativos sobre os acidentes, nomeadamente relatórios, mapas e infografias desenvolvidas pela equipa MOPREVIS ao longo do projeto” (Infante et al., 2022a, p. 177).

Ao combinar um Sistema de Informação Geográfica (SIG) e modelos estatísticos, e aproveitando a capacidade do SIG para realizar análises espaciais complexas, esta ferramenta possibilitou identificar os principais fatores de sinistralidade rodoviária no CTer Setúbal (Infante, et al., 2022c, p. 2), tendo em conta que uma compreensão mais precisa dos fatores que influenciam o tipo de sinistro rodoviário, é fundamental para implementar estratégias apropriadas para melhorar a segurança (Infante, et al., 2023a, p. 2).

Contudo, a grande inovação desta ferramenta é a incorporação de uma parte preditiva que combina resultados da aplicação de metodologia estatística, análise espacial e modelos de IA. Com esta abordagem, é possível à ferramenta efetuar uma predição de *hotspots* de alto risco de ocorrência de sinistros rodoviários, bem como para determinados segmentos de via num determinado momento do dia (Infante, et al., 2023b, p. 2). Apesar de se encontrar ainda em fase experimental, este projeto já foi testado em ambiente real pelo CTer de Setúbal da GNR.

No que respeita aos dados recolhidos com as entrevistas, com a questão n.º 3 procurou-se apurar que resultados obteve o MOPREVIS nos testes em ambiente real (Quadro 2⁵).

⁵ Até ao Quadro 13 deverá ser considerada a seguinte legenda:

- Não foi possível obter resposta do entrevistado;
- Não foi colocada a questão ao entrevistado.



Quadro 2 - Resultados da Questão n.º 3

Questão 3 - Que resultados obteve o MOPREVIS nos testes efetuados?												
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	%	
3.1 Facilita o apoio à tomada de decisão	X				X		X	X			67	
3.2 Os dados obtidos pela ferramenta são de elevada fiabilidade (em alguns casos a ferramenta alcançou sensibilidades [capacidade de prever corretamente o acidente] acima dos 80%)	X	X		X				X			67	

Pode-se observar que os resultados alcançados são bastante positivos, tendo em conta que 67% dos entrevistados referem que os dados obtidos nos testes da ferramenta em ambiente real são de elevada fiabilidade, tendo alcançado, em alguns casos, sensibilidades acima dos 80%. 67% dos entrevistados mencionam também que se trata de uma ferramenta que facilitou a tomada de decisão.

5.2. Potencialidades

Após o desenvolvimento do projeto científico, de acordo com Infante et al (2022a, pp. 6-7) o instrumento MOPREVIS apresenta as seguintes potencialidades:

- Definir os principais determinantes para a ocorrência dos vários tipos de acidente;
- Conceber um sistema de informação espacial sobre os acidentes (*hotspots*, e atlas de suscetibilidade de ocorrência de acidentes);
- Implementar um novo indicador de gravidade, mais robusto e consistente que os existentes;
- Traçar o perfil dos intervenientes num acidente de viação, condutores e vítimas;
- Analisar os acidentes de viação ocorridos em alguns concelhos de maior risco e contribuir para o apoio das entidades responsáveis pelo ordenamento do trânsito e intervenção nas respetivas vias;
- Avaliar as alterações provocadas pelo efeito da pandemia COVID-19 na sinistralidade rodoviária;
- Sensibilizar as principais instituições envolvidas na problemática da sinistralidade rodoviária, designadamente a GNR, a ANSR e as IP, para a necessidade de melhorar a qualidade dos dados e proceder à sua validação, bem como para a relevância e impacto dos mesmos na produção de políticas públicas de segurança rodoviária;

- Construir modelos preditivos para a ocorrência de acidentes em troços de 500 metros e de 2000 metros relativamente a quatro estradas do distrito de Setúbal, sinalizadas como de alto risco;
- Dotar a GNR de Setúbal com uma ferramenta digital de apoio à tomada de decisão, permitindo a otimização e a gestão dos recursos para a prevenção rodoviária, tratando-se de uma aplicação digital que permite a visualização do passado, presente e futuro.

Em relação aos dados obtidos nas entrevistas, com a questão n.º 1 pretendeu-se aferir, de acordo com as respostas dos entrevistados, quais as principais potencialidades do MOPREVIS (Quadro 3).

Quadro 3 - Resultados da Questão n.º 1

Questão 1 - Do seu ponto de vista, quais considera ser as principais potencialidades do MOPREVIS?												
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	%	
1.1 Redução da Sinistralidade	X				X	X					38	
1.2 Apoio à Tomada de Decisão	X		X		X	X	X	X			75	
1.3 Base científica	X			X			X				38	
1.4 Identificação de fatores que potenciam a ocorrência de sinistros rodoviários	X		X		X						38	
1.5 Modelos preditivos para vias de elevado risco de ocorrência de acidentes	X					X		X			38	
1.6 Otimização de recursos	X			X			X	X			50	
1.7 Aplicação da IA				X							13	
1.8 Potencialidade de ser alargado a outras regiões e domínios		X									13	

Perante os resultados obtidos, verifica-se que as principais potencialidades do MOPREVIS provêm do facto de, por um lado, a ferramenta permitir a otimização de recursos, com 50% dos entrevistados a incidir neste aspeto e por outro, de se constituir como um apoio na tomada de decisão, com 75% dos entrevistados a referir este facto. Destaca-se ainda que 38% dos entrevistados aponta a potencial redução da sinistralidade, a identificação dos fatores que potenciam a ocorrência de sinistros rodoviários e o modelo preditivo para as vias de elevado risco de sinistralidade, como potencialidades de relevo.

5.3. Limitações

Através da análise documental foi possível detetar algumas das limitações e constrangimentos mais relevantes, que afetaram, atrasaram ou inviabilizaram as investigações deste projeto, designadamente as seguintes:

- A fraca qualidade dos dados oficiais, que levou a que a base dos acidentes apenas ficasse estável em meados de 2019 devido a uma disponibilização tardia dos dados pretendidos e a um deficiente preenchimento do BEAV (...);

- Atraso muito grande na atualização/disponibilização de dados por parte da ANSR e dos dados meteorológicos por parte do IPMA;
- Dificuldade em estimar variáveis importantes, como a intensidade de tráfego, a velocidade dos veículos, taxa de álcool dos condutores, idade do parque automóvel, diversas características dos condutores e mesmo os dados meteorológicos que deveriam ser fornecidos em tempo real e facilmente incorporados na ferramenta digital;
- A pandemia COVID-19, que alterou o comportamento dos condutores e a mobilidade em geral;
- A disponibilização muito tardia dos dados relativos às sentenças dos processos-crime que envolveram acidentes com vítimas mortais e a não disponibilização de todos os relatórios de investigação que envolvem vítimas mortais (...).” (Infante et al., 2022a, p. 165)

Através da Questão n.º 2 das entrevistas, procurou-se apurar quais as principais limitações do MOPREVIS identificadas pelos entrevistados (Quadro 4).

Quadro 4 - Resultados da Questão n.º 2

Questão 2 - Quais considera ser as principais limitações do MOPREVIS?	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	%
2.1 Dependência da qualidade dos dados	X	X	X	X	X	X					75
2.2 Dependência de dados de entidades externas (ANSR)	X			X							25
2.3 Não existência/disponibilização de outras variáveis para além das já incorporadas	X	X						X			38
2.4 Dificuldade de comunicação entre as instituições/entidades participantes	X	X	X								38
2.5 Cultura organizacional das instituições/entidades participantes				X	X						25
2.6 Falta de meios							X				13
2.7 Encontra-se especializado num único distrito		X									13

A este propósito podemos observar que 75% dos entrevistados considera que a principal limitação do MOPREVIS é a sua dependência da qualidade dos dados. Para além desta limitação, a não existência/disponibilização de outras variáveis de análise para além das já incorporadas e a dificuldade de comunicação entre as instituições ou entidades participantes, são também referidas como limitações por 38% dos entrevistados, indo ao encontro das condicionantes e limitações apontadas na revisão da literatura.



6. A aplicação do projeto MOPREVIS na zona de ação da Guarda Nacional Republicana

6.1. A promoção da segurança rodoviária pela Guarda Nacional Republicana

Nos termos da alínea f) do n.º 1 do artigo 3.º da Lei n.º 63/2007, de 06 de novembro, uma das atribuições da GNR consiste em “Velar pelo cumprimento das leis e regulamentos relativos à viação terrestre e aos transportes rodoviários, e promover e garantir a segurança rodoviária, designadamente, através da fiscalização, do ordenamento e da disciplina do trânsito”. O Regulamento Geral de Serviço da GNR, no seu artigo 179.º, acrescenta ainda que:

(...)

2 — Compete ainda garantir a fiscalização, o ordenamento e a disciplina do trânsito em todas as infraestruturas constitutivas dos eixos da Rede Nacional Fundamental e da Rede Nacional Complementar, dentro da sua área de responsabilidade.

3 — O efetivo da Guarda presta, por iniciativa própria ou a pedido, auxílio aos utentes das vias públicas, promovendo com urgência o socorro dos doentes e sinistrados pelo modo mais adequado. (Despacho n.º 10393/2010, de 05 de maio, 2010)

No que diz respeito ao planeamento estratégico da GNR, o domínio da segurança rodoviária também mereceu especial atenção, pelo que a Estratégia da Guarda 2025 vem estabelecer como objetivo estratégico n.º 15 o seguinte:

Dinamizar a vigilância da rede viária fundamental e complementar, valorizando a aposta na prevenção, presença, visibilidade, consciencialização e fiscalização seletivas, direcionadas para os comportamentos, atitudes, grupos, áreas e períodos potencialmente causadores de insegurança e sinistralidade rodoviárias, através da coordenação centralizada, integrada e coordenada com as demais valências da Guarda. (Guedelha, 2020, p. 80)

Com efeito, no âmbito rodoviário, a GNR detém à sua responsabilidade a quase totalidade da rede viária nacional, apresentando cerca de 98% do território (Guedelha, 2020, p. 26), pelo que se acentua a importância do seu papel neste domínio. Neste sentido a GNR desempenha um papel primordial no sistema rodoviário português, sendo uma das entidades com elevado comprometimento na promoção da segurança rodoviária em Portugal e cuja atuação pode, de facto, ter um efeito verdadeiramente diferenciador.

Efetivamente, as ações de patrulhamento rodoviário e de fiscalização, direcionadas para a observação e controlo da conduta do fator humano, no âmbito da segurança rodoviária, são um dos mecanismos mais eficazes de persuasão e de mudança de comportamentos dos condutores (Zaal, 1994). Neste sentido, uma fiscalização e patrulhamento rodoviário eficaz e eficiente, mobilizado de acordo com critérios de prevenção bem definidos com o auxílio da ciência, poderá permitir uma diminuição sustentada e consistente da sinistralidade rodoviária e das suas consequências, podendo a IA, neste âmbito, desempenhar um papel de extrema relevância. E de facto, este parece ser o entendimento dos Comandantes de Destacamento de Trânsito da GNR.

Através da Secção II do inquérito por questionário, procurou-se perceber qual a perceção dos Comandantes de Destacamento de Trânsito sobre a importância da ciência, da IA e das suas ferramentas, na prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária, através das Questões n.º 6 (Figura 4), n.º 7 (Figura 5) e n.º 8 (Figura 6).

6. Nos estudos desenvolvidos na área da sinistralidade rodoviária, várias abordagens metodológicas têm sido utilizadas para analisar dados de sinistros rodoviários. De acordo com a sua opinião, qual a relevância da ciência no estudo e explicação dos sinistros rodoviários?

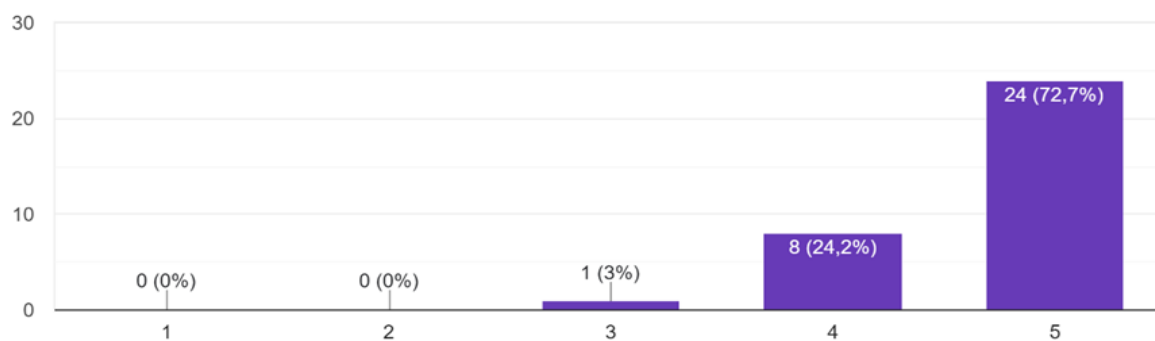


Figura 4 - Resultados da Questão n.º 6

7. Com recurso à inteligência artificial, os modelos baseados em algoritmos de Machine Learning (aprendizagem automática) têm-se revelado como ferramentas muito promissoras no estudo da sinistralidade rodoviária. De acordo com a sua opinião, qual a relevância deste tipo de ferramentas no combate ao fenómeno da sinistralidade rodoviária?

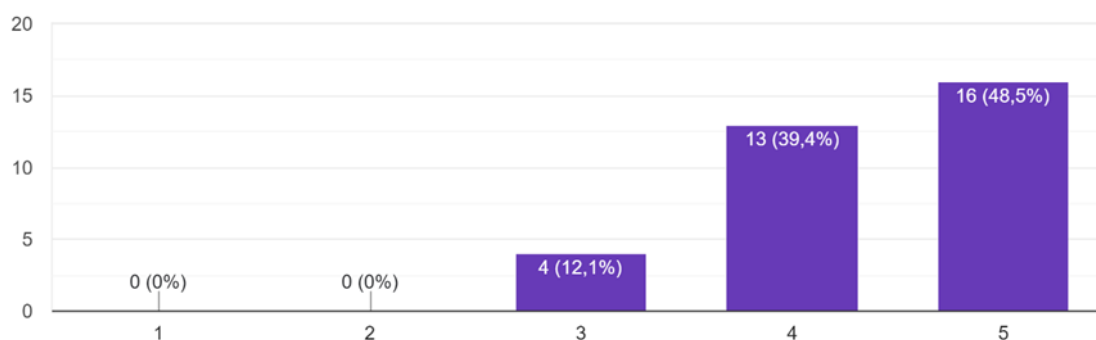


Figura 5 - Resultados da Questão n.º 7

8. De acordo com a sua opinião, qual a importância de, no âmbito da segurança rodoviária, a Guarda Nacional Republicana utilizar um instrumento preditivo da sinistralidade rodoviária para empenhamento racional dos recursos humanos e materiais da GNR?

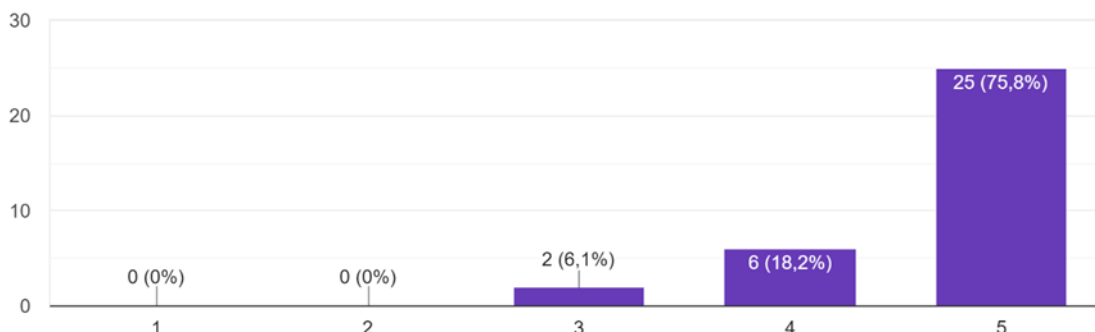


Figura 4 - Resultados da Questão n.º 8

Como observável nos resultados obtidos, a grande maioria dos inquiridos considera bastante ou muito relevante a ciência para o estudo e análise dos sinistros rodoviários, a importância das ferramentas baseadas em IA no combate à sinistralidade rodoviária, e a utilização de um instrumento preditivo no âmbito da sinistralidade rodoviária por parte da GNR.

A este propósito, parece resultar evidente que a grande maioria dos inquiridos reconhece a importância da ciência, da IA e das suas ferramentas, no estudo, na pesquisa e na melhoria da eficácia e da eficiência dos recursos no combate ao fenómeno da sinistralidade rodoviária, não oferecendo qualquer resistência à evolução de novas formas de abordagem a esta problemática.

6.2. O planeamento da atividade operacional da Guarda Nacional Republicana no âmbito da segurança rodoviária

O planeamento da atividade operacional da GNR, no âmbito da segurança rodoviária, envolve duas grandes áreas. A área preventiva, orientada para um fim futuro e que consiste em impedir que um perigo surja ou se concretize em dano e que se apresenta como a principal função de uma força de segurança (Sousa, 2003, p. 49), sendo alcançável essencialmente recorrendo ao patrulhamento rodoviário (GNR, 1997, pp. I -1). E a área repressiva, ou de prevenção indireta, que consiste numa reação a um ilícito, conhecido ou suspeito (Sousa, 2003, p. 49), que se apresenta como indispensável para a eficácia da prevenção e que se materializa em ações de fiscalização (GNR, 1997, pp. I -1; I - 7).

Deste modo, ao longo do ano são planeadas campanhas de fiscalização e de intensificação de patrulhamento a nível nacional, que são projetadas em consonância com as



políticas europeias e nacionais de segurança rodoviária, bem como com os períodos em que tradicionalmente se verifica um aumento significativo do tráfego rodoviário. O planeamento destas campanhas, quando realizado ao nível do Comando Operacional da GNR, materializa-se em Diretivas Operacionais⁶, que são difundidas às Unidades para planeamento nas respetivas ZA, dando lugar a Ordens de Operações e à execução de operações dirigidas a fatores, grupos e locais específicos.

Paralelamente, as Unidades e respetivos Destacamentos de Trânsito elaboram o seu próprio planeamento no âmbito da fiscalização e patrulhamento que executam na atividade diária, procurando orientar o esforço para potenciar a redução de comportamentos de risco e contribuir assim para a redução da sinistralidade rodoviária na respetiva ZA.

Neste contexto, para além das orientações estratégicas, políticas ou internacionais, importa para a presente investigação analisar quais os elementos ou fatores em que a GNR se fundamenta para orientar o planeamento da fiscalização e do patrulhamento rodoviário, observando se os mesmos apresentam concordância com os principais elementos de informação fornecidos pelo MOPREVIS, designadamente, as principais determinantes da sinistralidade rodoviária, a informação espacial, o perfil dos intervenientes e os dados preditivos.

Por conseguinte, a Secção III do inquérito por questionário foi especialmente direcionada para identificar se essa tipologia de dados é tida em consideração no planeamento da atividade operacional, se alguma das ferramentas de Comando e Controlo (C2) existente permite obter essa informação, bem como apurar a relevância da existência de uma ferramenta que permita obter esses dados, caso sejam tidos em falta.

Com a elaboração da Questão n.º 9 (Figura 7), pretendeu-se primeiramente identificar quais os principais elementos em que os inquiridos se baseiam para o planeamento da fiscalização e do patrulhamento rodoviário.

⁶ Em 2023 temos o exemplo da Diretiva Operacional n.º 04/23 – Campanha “PNF 2023”, Diretiva Operacional n.º 11/23 – Campanha “ECR 2023”, ou a Diretiva Operacional n.º 12/23 – Campanha “ROADPOL”, entre outras.

9. No planeamento da atividade operacional do seu destacamento, quais os principais elementos em que se baseia para orientar a sua atividade de fiscalização e patrulhamento rodoviário?

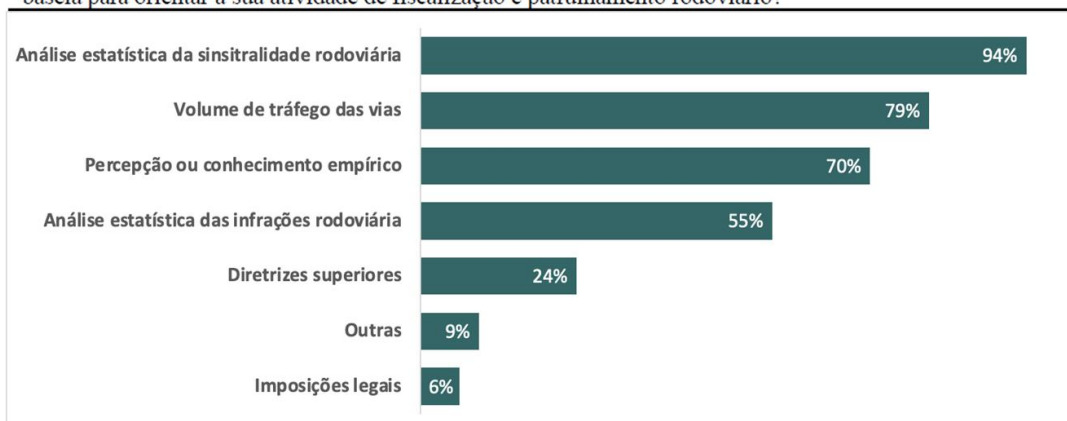


Figura 5 - Resultados da Questão n.º 9

Como se pode observar, apesar da quase totalidade dos inquiridos se fundamentar na análise estatística da sinistralidade, sublinha-se o facto da existência de elevadas percentagens de inquiridos que levam também em consideração fatores como a percepção ou conhecimento empírico, o volume de tráfego, ou a análise estatística das zonas onde ocorre a prática reiterada de infrações rodoviárias, o que poderá ser revelador da falta de critérios de cientificidade na abordagem à sinistralidade rodoviária, conduzindo a uma atividade operacional pouco eficaz e eficiente.

Nesta senda, com as Questões n.º 10 (Figura 8), n.º 11 (Figura 9) e n.º 12 (Figura 10) abordou-se a pertinência da informação relativa às principais determinantes da sinistralidade rodoviária.

10. No planeamento da atividade operacional do seu Destacamento leva em consideração os principais determinantes (causas) relativos à sinistralidade rodoviária da sua ZA?

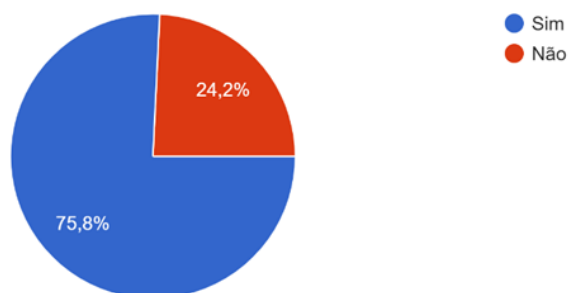


Figura 6 - Resultados da Questão n.º 10

11. Alguma das ferramentas de Comando e Controlo de que dispõe atualmente, lhe permite obter informação sobre os principais determinantes (causas) relativos à sinistralidade rodoviária da sua ZA?

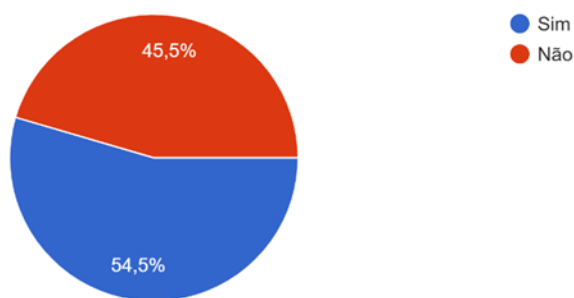


Figura 9 - Resultados da Questão n.º 11

12. Na sua opinião qual é a relevância da existência de uma ferramenta que forneça informação sobre os principais determinantes (causas) relativos à sinistralidade rodoviária da sua ZA?

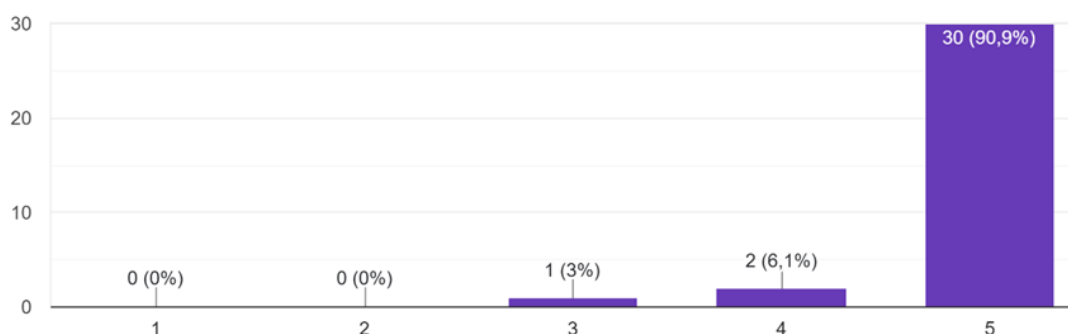


Figura 10 - Resultados da Questão n.º 12

Com efeito, podemos observar que uma elevada percentagem de inquiridos, 75,8 %, toma em consideração as principais determinantes da sinistralidade rodoviária no planeamento da atividade operacional, apesar de apenas 54,5% referir que dispõe atualmente de ferramentas que fornecem essa informação. Todavia, verifica-se que a quase totalidade considera como muito relevante - 90,9% - a existência de uma ferramenta que forneça esses dados.

Com as Questões n.º 13 (Figura 11), n.º 14 (Figura 12) e n.º 15 (Figura 13) foram abordados os elementos relativos à informação espacial da sinistralidade rodoviária. A este propósito, através da Questão n.º 21 (Figura 14), foi ainda analisada a perceção dos inquiridos sobre a necessidade de melhoramento do atual indicador de gravidade em uso por parte da ANSR.

13. No planeamento da atividade operacional do seu Destacamento leva em consideração a informação espacial (ex: zonas de acumulação de sinistros rodoviários ou pontos negros) relativa aos sinistros rodoviários ocorridos na sua ZA?

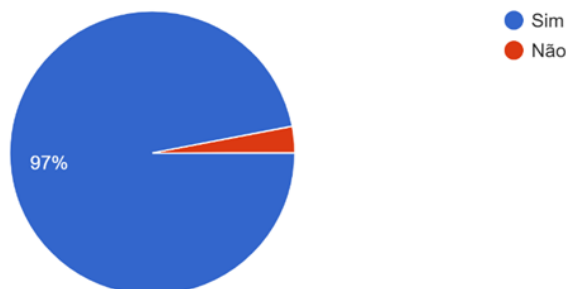


Figura 11 - Resultados da Questão n.º 13

14. Alguma das ferramentas de Comando e Controlo de que dispõe atualmente, lhe permite obter informação espacial relativa aos sinistros rodoviários ocorridos na sua ZA?

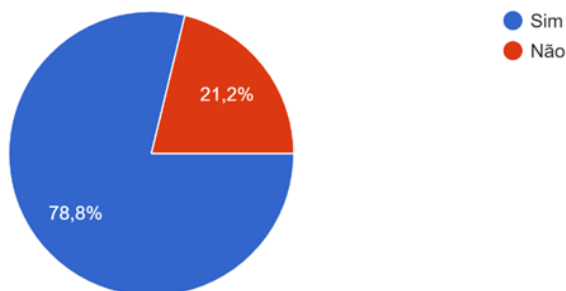


Figura 12 - Resultados da Questão n.º 14

15. Qual a relevância da existência de uma ferramenta, que forneça informação espacial relativa aos sinistros rodoviários ocorridos na sua ZA?

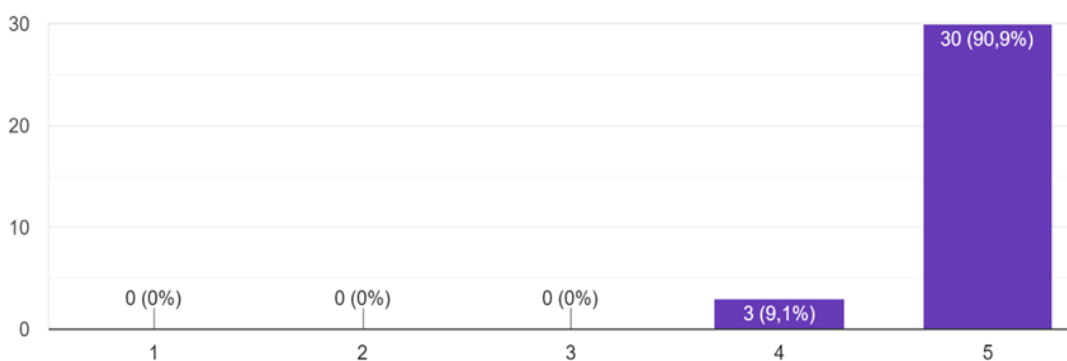


Figura 7 - Resultados da Questão n.º 15

21. Considera que o atual indicador de gravidade em uso por parte da ANSR, essencial na definição dos pontos negros, necessita de ser melhorado face à capacidade e evolução atual da ciência de dados e inteligência artificial?

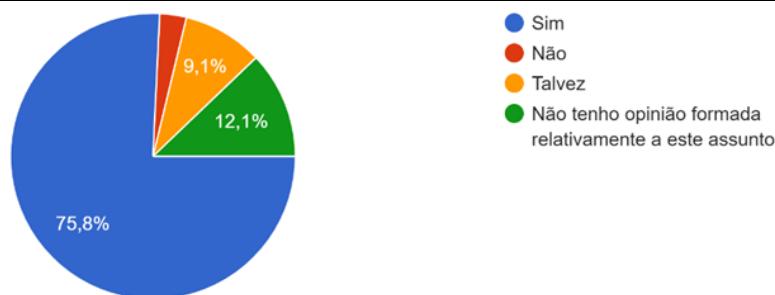


Figura 8 - Resultados da Questão n.º 21

Perante os resultados obtidos, constata-se que praticamente todos os inquiridos, 97%, têm em consideração a informação espacial relativa à sinistralidade rodoviária no planeamento, verificando-se que a grande maioria (78,8%) dispõe de ferramentas de C2 que lhe permite obter essa informação. Quanto à sua relevância, resulta evidente que se trata de informação de extrema utilidade, tendo em conta que a totalidade dos inquiridos se refere a estes dados como muito relevantes (90,9%) e bastante relevantes (9,1%). No que diz respeito ao indicador de gravidade em uso por parte da ANSR, observa-se que a grande maioria dos entrevistados (75,8%) considera a necessidade do seu melhoramento.

As Questões n.º 16 (Figura 15), n.º 17 (Figura 16) e n.º 18 (Figura 17) incidiram na informação relativa ao perfil dos intervenientes em sinistros rodoviários.

16. No planeamento da atividade operacional do seu Destacamento leva em consideração o perfil dos intervenientes em sinistros rodoviários, condutores e vítimas?

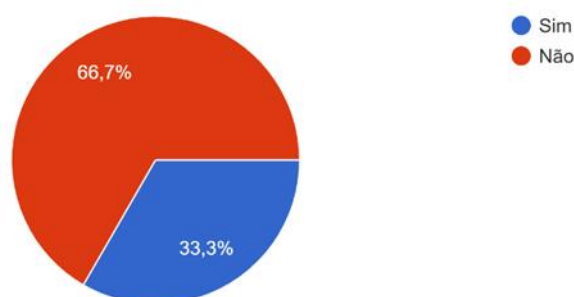


Figura 9 - Resultados da Questão n.º 16

17. Alguma das ferramentas de Comando e Controlo de que dispõe atualmente, lhe permite obter informação sobre o perfil dos intervenientes em sinistros rodoviários, condutores e vítimas?

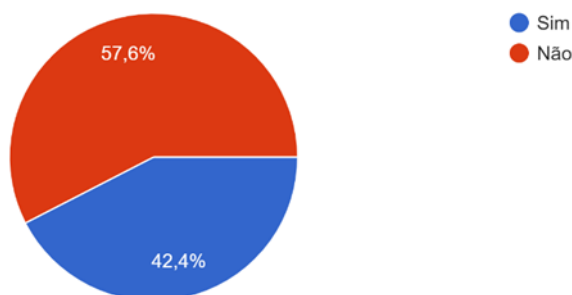


Figura 16 - Resultados da Questão n.º 17

18. Qual a relevância da existência de uma ferramenta que forneça informação sobre o perfil dos intervenientes em sinistros rodoviários, condutores e vítimas?

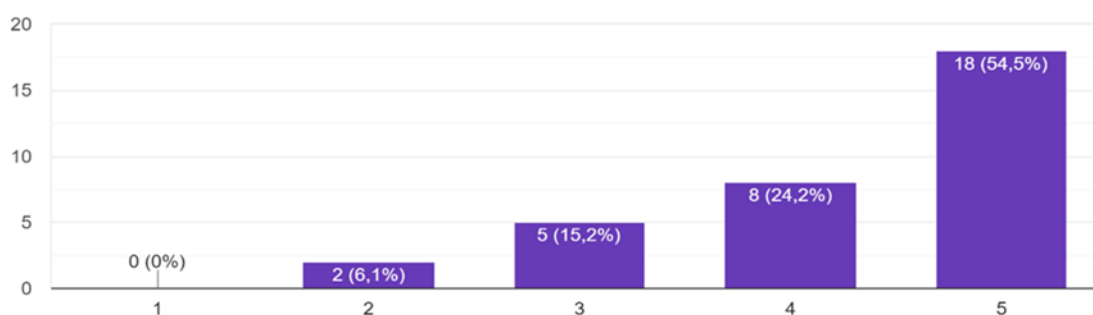


Figura 17 - Resultados da Questão n.º 18

Extraí-se da análise destes dados que, contrariamente aos elementos de informação anteriormente observados, grande parte dos inquiridos (66,7%) não tem em consideração no planeamento o perfil dos intervenientes na sinistralidade rodoviária, pese embora tal facto possa resultar da não disponibilidade de uma ferramenta de C2 que forneça essa informação, tendo em conta que 57,6% dos inquiridos refere não dispor dessa ferramenta, e a sua grande maioria considera que a sua existência seria muito relevante (54,5%) e bastante relevante (24,2%).

Através das Questões n.º 19 (Figura 18) e n.º 20 (Figura 19) foi abordada a pertinência da informação preditiva.

19. Alguma das ferramentas de Comando e Controlo de que dispõe lhe permite obter uma predição quanto à ocorrência de sinistros rodoviários?

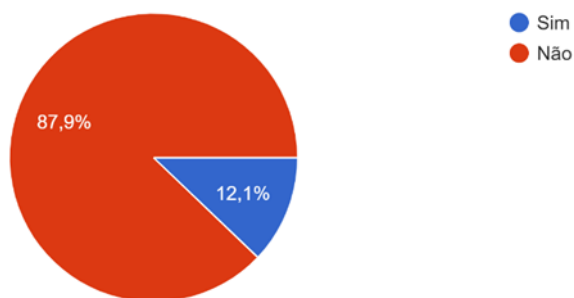


Figura 18 - Resultados da Questão n.º 19

20. Qual seria a relevância, para o planeamento da atividade operacional do seu Destacamento, de uma ferramenta que efetuasse na sua ZA, uma predição quanto à ocorrência de sinistros rodoviários?

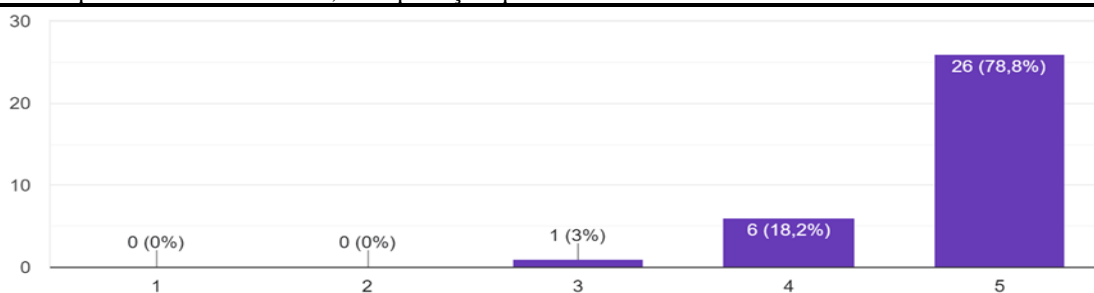


Figura 19 - Resultados da Questão n.º 20

Dos resultados apresentados, releva-se o facto de a quase totalidade dos inquiridos referir não dispor de qualquer ferramenta de C2 e de considerar a sua existência como bastante relevante e muito relevante.

A este propósito, atendendo ao facto do MOPREVIS se materializar numa aplicação digital que disponibiliza dados do passado, do presente e do futuro, com a Questão n.º 22 (Figura 20) procurou-se apurar qual a relevância de uma aplicação com estas características para o apoio à tomada de decisão, no âmbito do planeamento operacional da GNR.

22. No âmbito do planeamento operacional da GNR relativamente à segurança rodoviária, qual seria a relevância da existência de uma aplicação digital de apoio à tomada de decisão que permitisse a visualização do:

- Passado - por um *dashboard* com consulta do histórico das variáveis principais que caracterizam o sinistro rodoviário;
- Presente - por meio de atlas de suscetibilidade de ocorrência de acidentes e mapas com o indicador de gravidade por troço de estrada;
- Futuro - com a predição de ocorrência de sinistros rodoviários em tempo real para troços de algumas vias, com capacidade adaptativa a diferentes contextos, atualizável periodicamente a partir de diversas fontes de dados e adaptável à simulação de diferentes cenários?

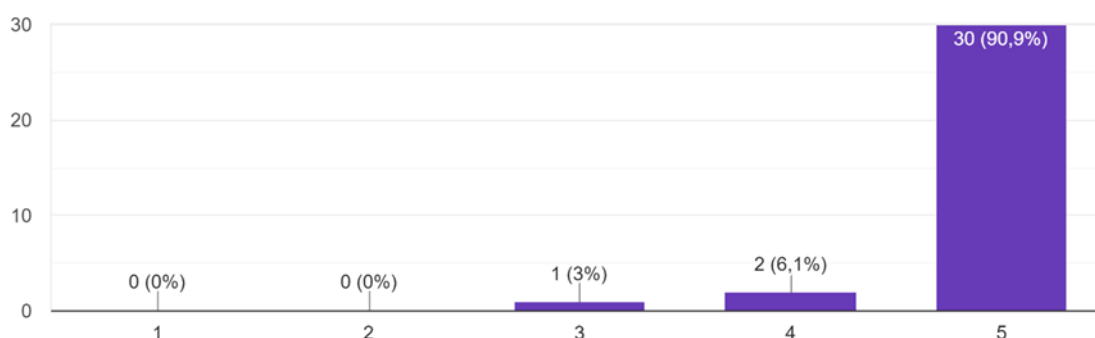


Figura 10 - Resultados da Questão n.º 22

Da observação dos resultados surge claro que se trata de algo muito relevante para a quase totalidade dos inquiridos.

6.3. Requisitos para implementação do projeto MOPREVIS na zona de ação da Guarda Nacional Republicana

Considerando um eventual alargamento do MOPREVIS a toda a ZA da GNR, torna-se pertinente estudar quais as implicações que esta medida acarreta. Neste contexto, a investigação procurou analisar os seguintes aspetos: as alterações que serão necessárias efetuar no MOPREVIS; as condições necessárias, por parte da GNR, para a implementação e funcionamento do instrumento; quais os impactos que podem advir para a atividade operacional; se existem condições para um eventual projeto com a Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT); e, fundamentalmente, se a GNR considera relevante, viável e oportuno a eventual implementação desta aplicação digital no combate à sinistralidade rodoviária.

Assim, recorrendo à Questão n.º 4 (Quadro 5) procurou-se identificar quais as alterações necessárias efetuar no MOPREVIS para a sua implementação em toda a ZA.



Quadro 5 - Resultados da Questão n.º 4

Questão 4 - Quais as alterações necessárias efetuar no MOPREVIS para aplicação a toda a ZA da GNR em toda a zona de ação?												
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	%	
4.1 Criar e/ou adaptar as abordagens usadas no MOPREVIS no que respeita aos fatores determinantes da ocorrência de sinistros rodoviários	X			X							50	
4.2 Necessário desenvolver meios para a medição de variáveis importantes e para as quais não existe informação	X	X	X	X							100	
4.3 Capacitação e sensibilização de entidades com responsabilidades técnicas, sociais e políticas	X										25	
4.4 Incremento de recursos humanos habilitados a empenhar no projeto				X							25	
4.5 Automatização e melhoria do processo de fluxo de dados e sua validação		X	X	X							75	

Nesta senda, a totalidade dos entrevistados (100%) refere ser necessário desenvolver meios para a medição de variáveis importantes e para as quais não existe informação; a grande maioria (75%) menciona a necessidade de automatização e melhoria do processo de fluxo e validação de dados; e metade (50%) refere ainda a necessidade de criar ou adaptar as abordagens usadas no âmbito dos fatores determinantes da ocorrência de sinistros rodoviários.

As Questões n.º 5 e n.º 6 (Quadro 6 e 7) foram direcionadas de forma a apurar quais as condições necessárias, por parte da GNR, para a implementação e funcionamento, eficaz e eficiente, do MOPREVIS em toda a ZA.

Quadro 6 - Resultados da Questão n.º 5

Questão 5 - Quais as condições necessárias garantir/fornecer por parte da GNR para implementar o MOPREVIS em toda a zona de ação?												
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	%	
5.1 Validação rigorosa dos dados históricos relativos aos sinistros rodoviários (em particular as coordenadas dos sinistros rodoviários com vítimas)	X	X	X	X	X	X					75	
5.2 Criar um processo de fluxo de dados da sinistralidade rodoviária em tempo real	X	X				X	X	X			63	
5.3 Criar um processo que garanta o rigor na recolha dos dados dos futuros sinistros rodoviários	X	X	X	X	X	X					75	
5.4 Criar uma rede de colaboração com outras entidades no fornecimento de dados complementares aos recolhidos pela GNR (atmosféricos, velocidades, tráfego, mortos a 30 dias etc.) como por exemplo a ANSR;	X							X			25	
5.5 Criar canais de comunicação entre a GNR e as equipas de desenvolvimento		X	X								25	
5.6 A centralização dos dados fornecidos pelo projeto na Direção de Informações, em conjunto com a DTSR								X			13	



Quadro 7 - Resultados da Questão n.º 6

Questão 6 - Quais as condições necessárias garantir/fornecer por parte da GNR para alimentar e utilizar, eficientemente e eficazmente o MOPREVIS em toda a zona de ação?												
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	%	
6.1 Garantir o fluxo contínuo de dados de outras entidades complementares aos recolhidos pela GNR	X										13	
6.2 Atualização dos dados da sinistralidade rodoviária (quase) em tempo real	X						X	X			38	
6.3 Garantir o rigor na recolha dos dados dos sinistros rodoviários (Ex: alterar o BEAV)	X		X	X	X	X					63	
6.4 Manter canais de comunicação entre a GNR e as equipas de desenvolvimento		X	X								25	
6.5 Apoiar a aplicação da ferramenta no terreno, a capacitação dos seus operacionais e a sua monitorização		X	X								25	

No que respeita à fase de implementação, a grande maioria dos entrevistados assinala a necessidade de efetuar uma validação rigorosa dos dados históricos relativos à sinistralidade rodoviária em toda a ZA da GNR (75%); a criação de um processo que garanta rigor na recolha dos dados (75%); e a criação de um fluxo de dados referente à sinistralidade rodoviária em tempo real (63%). Uma pequena percentagem dos entrevistados alude ainda à criação uma rede de colaboração com outras entidades no fornecimento de dados complementares aos recolhidos pela GNR (atmosféricos, velocidades, tráfego, mortos a 30 dias etc.) como por exemplo a ANSR (25%) bem como a criação de canais de comunicação entre a GNR e as equipas de desenvolvimento (25%).

Quanto à fase de utilização, garantir o rigor na recolha dos dados dos sinistros rodoviários, como por exemplo alterar o BEAV, surge novamente para a maioria dos entrevistados como a condição a garantir para o funcionamento eficaz e eficiente do MOPREVIS. Com menor incidência, releva-se ainda a atualização dos dados da sinistralidade rodoviária (quase) em tempo real (38%); manter canais de comunicação entre a GNR e as equipas de desenvolvimento (25%); e o apoio à aplicação da ferramenta no terreno, a capacitação dos seus operacionais e a sua monitorização (25%).

De forma a perceber qual o tempo estimado necessário para a implementação e funcionamento, em pleno, do MOPREVIS em toda a ZA, foi elaborada a Questão n.º 7 (Quadro 8).

Quadro 8 - Resultados da Questão n.º 7

Questão 7 - Quanto tempo estima que seria necessário para a implementação e funcionamento em pleno da ferramenta?												
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	%	
7.1 Cerca de 5 anos	X										33	
7.2 Cerca de 2 anos		X									33	
7.1 Cerca de 1 ano para a parte científica			X								33	



Perante os dados obtidos e através da sua análise não se afigura possível determinar qual o tempo estimado, tendo em conta a dispersão de resultados obtidos que variam de 1 a 5 anos.

De forma a avaliar que implicações poderá acarretar para a atividade operacional, através da Questão n.º 8 e n.º 9 (Quadro 9 e 10), procurou-se apurar quais os impactos positivos e negativos.

Quadro 10 - Resultados da Questão n.º 8

Questão 8 - Considera existir algum tipo de impacto positivo decorrente da implementação do MOPREVIS na atividade operacional da GNR? Porquê?											
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	%
8.1 Sim. Aumento da eficiência					X	X		X	X	X	83
8.2 Sim. Apoio na tomada de decisão						X	X	X		X	67
8.3 Sim. Permite identificar claramente os fatores que potenciam a ocorrência de sinistros rodoviários						X					17
8.4 Sim. Evolução da abordagem na prevenção de acidentes de viação								X		X	33

Quadro 9 - Resultados da Questão n.º 9

Questão 9 - Considera existir algum tipo de impacto negativo na implementação do MOPREVIS na atividade operacional da GNR? Porquê?											
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	%
9.1 Não se verifica					X		X	X		X	67
9.2 Sim. Afetação de recursos humanos e possíveis desvios nos parâmetros da predição.						X					17
9.3 Sim. Poderá condicionar a decisão no que respeita à gestão dos recursos									X		17

Podemos observar que a totalidade (100%) dos entrevistados é da opinião que a introdução do MOPREVIS no planeamento da atividade operacional teria um impacto positivo. Destes, 83% considera que o impacto positivo seria no aumento da eficiência da atividade desenvolvida; 67% no facto de ser uma ferramenta de apoio à decisão, e 33% considera que seria uma evolução da abordagem na prevenção de sinistros rodoviários. Quando questionados sobre eventuais impactos negativos, 67% dos entrevistados considera não se verificar qualquer impacto negativo na implementação do MOPREVIS. Contudo, a possível afetação de recursos humanos, os potenciais desvios nos parâmetros da predição e a probabilidade de existir o condicionamento da decisão no que respeita à gestão de recursos, é apontado por 17% dos entrevistados como um eventual impacto negativo.

Recorrendo à Questão n.º 11 (Quadro 11) procurou-se determinar se os inquiridos consideram existir condições para um possível projeto em colaboração com FCT e Universidade de Évora, para o estudo e implementação do MOPREVIS em toda a ZA da GNR.

Quadro 11 - Resultados da Questão n.º 11

Questão 11 - Considera existirem condições para um eventual projeto em colaboração com FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia) e Universidade de Évora, para o estudo e implementação do MOPREVIS em toda a zona de ação da GNR?												
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	%	
11.1 Encontra-se dependente da FCT	X			X							50	
11.2 Sim		X	X								50	

Verifica-se que metade dos entrevistados (50%) observam condições favoráveis à existência de um eventual projeto em colaboração com a FCT. Todavia, a outra metade (50%) refere que tal facto se encontra dependente da FCT.

De forma a averiguar se a GNR considera relevante, viável e oportuno a eventual implementação desta aplicação digital no combate à sinistralidade rodoviária, foram edificadas as Questões n.º 12 e n.º 13 (Quadro 12 e 13).

Quadro 12 - Resultados da Questão n.º 12

Questão 12 - Considera viável e oportuna a avaliação do MOPREVIS e uma eventual implementação em toda a sua zona de ação da GNR?												
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	%	
12.1 Seria importante alargar o projeto a outros distritos, introduzindo outras variáveis de análise.									X	X	100	

Quadro 13 - Resultados da Questão n.º 13

Questão 13 - Como alto responsável pela estratégia da Guarda no âmbito da segurança rodoviária, qual considera ser a relevância da implementação de uma ferramenta como o MOPREVIS no combate à sinistralidade rodoviária?												
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	%	
13.1 É de extrema relevância, permitindo desenvolver um planeamento mais eficiente das ações de patrulhamento e fiscalização rodoviária.									X	X	100	

Da análise das respostas obtidas, resulta evidente que os entrevistados consideram extremamente relevante a implementação de uma ferramenta como o MOPREVIS no combate à sinistralidade rodoviária, permitindo desenvolver um planeamento mais eficiente das ações de patrulhamento e fiscalização rodoviária. Verifica-se, ainda, que os entrevistados consideram viável e oportuna a disseminação do projeto a outros distritos. Como tal, constata-se a existência de disponibilidade por parte do Comando da Guarda para uma eventual implementação do MOPREVIS em toda a sua ZA. Além do mais, parece já existir algum conhecimento sobre a ferramenta digital no seio da GNR. Com a Questão n.º 23 (Figura 21) e n.º 21 (Figura 22) do inquérito por questionário, pretendeu-se aferir o

conhecimento dos inquiridos sobre a existência do projeto MOPREVIS e qual a forma como obtiveram esse conhecimento.

23. Já tinha conhecimento sobre a existência do projeto MOPREVIS?

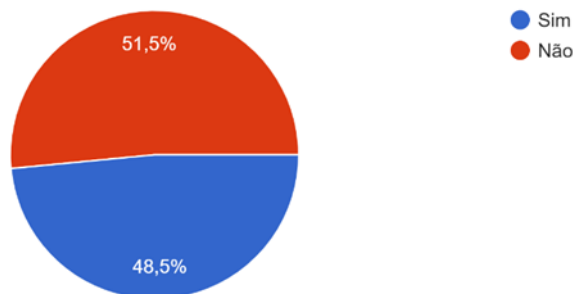


Figura 21 - Resultados da Questão n.º 23

Dos dados obtidos verificou-se que cerca de metade (51,5%) tinha conhecimento sobre a sua existência. Destes, grande parte obteve essa informação através de outros militares da GNR (50%).

24. Se sim, de que forma?

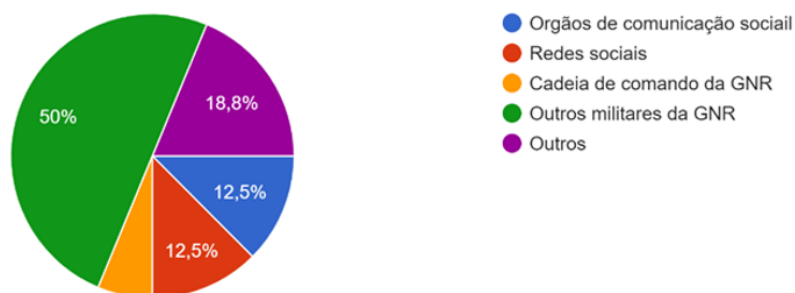


Figura 22 - Resultados da Questão n.º 24



7. Análise SWOT

Na prossecução da resposta à QC desta investigação, e de acordo com o percurso metodológico inicialmente preconizado, seguidamente elabora-se uma análise SWOT centrada nos dados anteriormente recolhidos.

A análise SWOT é uma ferramenta frequentemente utilizada no planeamento estratégico, que visa identificar as potencialidades e as vulnerabilidades de uma organização ou projeto, bem como as oportunidades e ameaças reveladas na análise do ambiente externo (Carapeto & Fonseca, 2014, p. 169). Com esta análise, pretende-se identificar as áreas onde poderá ser necessário adotar medidas corretivas ou de melhoria, bem como as oportunidades que podem ser exploradas.

Neste sentido, pretende-se efetuar uma análise SWOT à aplicação de uma ferramenta de IA na prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária, utilizando como caso de estudo o projeto MOPREVIS e a sua implementação na ZA do CTer de Setúbal, sustentada nos dados obtidos nas respostas às QD 1, 2 e 3. Seguindo esta trajetória, da análise resultaram os seguintes dados (Quadro 14).

Quadro 14 - Análise SWOT

Fatores Endógenos		Fatores Exógenos	
Potencialidades	Vulnerabilidades	Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> - Melhoria da capacidade de tomada de decisão nos processos das organizações; - Ferramenta promissora no estudo e investigação do fenómeno da sinistralidade rodoviária; - Melhoraria do sistema de gestão de emergência; - Permite alocar meios das forças de segurança de uma forma mais eficaz e oportuna; - Os seus modelos preditivos permitem agir por antecipação; - Permite obter informação do passado, presente e futuro; - Elevada fiabilidade dos resultados alcançados nos testes reais; 	<ul style="list-style-type: none"> - Forte dependência da qualidade dos dados; - Dificuldade em estimar outras variáveis de análise para além das já incorporadas; - Processo de fluxo de dados não automatizado; - Necessidade de adaptar as abordagens usadas para cada Zona de Ação; 	<ul style="list-style-type: none"> - GNR como elemento crucial no combate à sinistralidade rodoviária; - Planeamento da atividade operacional da GNR sustentado na IA; - Falta de informação nas atuais ferramentas de C2 da GNR; - Criação de um fluxo de dados em tempo real pela GNR; - Criação de um processo que garanta rigor na recolha dos dados pela GNR; - Disponibilidade por parte da GNR para uma eventual implementação de ferramenta baseada em IA em toda a sua Zona de Ação; 	<ul style="list-style-type: none"> - Atraso na disponibilização de dados por parte de outras entidades; - Dificuldade de comunicação entre instituições ou entidades participantes; - A não disponibilização de dados por parte de outras entidades;



Desta matriz, resultam as ideias-chave que permitem desenvolver as Linhas de Orientação Estratégica (LOE) que enformam o processo, através do qual, poderão ser potenciados os contributos da IA na prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária, dando resposta à QC da presente investigação. Por conseguinte, é possível materializar as quatro LOE seguintes.

LOE1 – Assegurar qualidade e rigor. Como observado, a qualidade dos dados é uma vulnerabilidade importante na aplicação da IA à prevenção da sinistralidade rodoviária. Garantindo a precisão e a integridade dos dados, é possível aumentar a eficácia da análise e predição. De forma a mitigar o risco de utilização de dados de fraca qualidade, é necessário implementar mecanismos de verificação e validação.

Relativamente ao estudo de caso, torna-se assim importante que a GNR crie um processo de validação dos seus dados históricos e aperfeiçoe os procedimentos de recolha de dados dos futuros sinistros rodoviários, garantindo deste modo o rigor dos elementos obtidos, que, por conseguinte, permitirá obter maior eficácia da ferramenta MOPREVIS.

LOE2 – Automatizar. A automatização do fluxo de dados reduz a possibilidade de ocorrência de erros humanos, aumentando a precisão e a confiabilidade dos dados. Além disso, a automatização permite uma maior agilidade na obtenção e processamento dos dados, possibilitando a tomada de decisão mais rápida e eficiente. Para criar um processo automático de fluxo de dados, é necessário implementar soluções que permitam a transferência automática de dados em tempo real.

Outra vantagem que a automatização pode permitir é a integração de diferentes fontes de dados, possibilitando uma visão mais abrangente e completa da sinistralidade rodoviária. Com efeito, a automatização do fluxo de dados que alimentam o MOPREVIS, pode ser uma medida importante para aprimorar a sua eficiência, possibilitando uma análise mais precisa e uma tomada de decisão mais ágil e eficiente.

LOE3 – Desenvolver e diversificar. Para melhorar a capacidade preditiva das ferramentas de IA, é importante desenvolver e incorporar variáveis adicionais, de forma a obter uma análise mais abrangente e precisa. Quanto mais variáveis relevantes forem incorporadas, mais a análise pode ser refinada e ajustada para obter resultados mais rigorosos.

Em relação ao estudo de caso, a título de exemplo, pode ser equacionado a inclusão de dados de câmaras de vigilância das concessionárias, sensores de tráfego, medidores de



velocidade, entre outros, de forma a monitorizar a rede viária e detetar potenciais situações de risco ou de perigo.

LOE4 – Cooperar e colaborar. Estabelecer protocolos de colaboração entre as várias entidades envolvidas no combate à sinistralidade rodoviária, sejam entidades governamentais, não governamentais ou empresas privadas, é algo essencial para fomentar a cooperação e partilha de informações e dados. Além disso, das boas relações institucionais, resulta a criação de canais de comunicação técnicos diretos, fundamentais para ultrapassar determinados constrangimentos, identificar e abordar áreas problemáticas e tomar medidas preventivas para, no caso em apreço, reduzir a sinistralidade rodoviária. Por outro lado, a colaboração pode também levar ao desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras e de sinergias.

Neste contexto, no atinente ao MOPREVIS, será relevante desenvolver protocolos que definam claramente as diretrizes relativas à partilha de informações e dados, mas, em especial, que fomentem a colaboração entre as instituições.



8. Conclusões

O preocupante fenómeno da sinistralidade rodoviária enforma já longos anos. Os primeiros automóveis a circular em Portugal surgem no século XIX. À medida que vai crescendo o número de veículos automóveis em circulação, as autoridades nacionais tomam consciência da importância que o automobilismo apresenta para o desenvolvimento do país, percebendo igualmente que a utilização deste tipo de veículos trazia novos problemas de segurança, designadamente pela gravidade dos sinistros rodoviários que podiam originar.

Na atualidade, a segurança rodoviária é dos temas que mais preocupam a comunidade mundial. Para além dos impactos económicos e sociais que lhe estão associados, revela-se um grave problema de saúde pública, face aos milhões de vítimas que, por ano, morrem ou ficam com sequelas graves decorrentes de sinistros rodoviários, com a agravante de constituir a principal causa de morte de crianças e jovens adultos.

No entanto, os perigos subjacentes à sinistralidade rodoviária podem ser prevenidos, ou pelo menos mitigados. O recurso a sistemas baseados em IA, na área da segurança rodoviária, já constitui uma realidade, apresentando resultados bastante relevantes, em especial, no que respeita aos modelos preditivos. Com custos relativamente reduzidos, estas ferramentas podem oferecer uma base científica e sólida no apoio à avaliação e seleção de medidas de segurança rodoviária, bem como no apoio ao processo de tomada de decisão das organizações.

Em Portugal, já foram dados os primeiros passos neste domínio, principalmente através de projetos de investigação desenvolvidos por algumas Academias. A este propósito, destaca-se o projeto da Universidade de Évora, desenvolvido em parceria com o CTer de Setúbal, o MOPREVIS. O objetivo principal deste projeto, passa pela redução da sinistralidade grave no distrito de Setúbal através da construção de uma ferramenta digital que apoie, em tempo real, a tomada de decisão e o planeamento da atividade operacional. Ainda em fase experimental, e limitado à ZA do CTer de Setúbal, este projeto exhibe um modelo bastante evoluído e consolidado, que aparenta possuir um elevado potencial de intervenção no combate à sinistralidade rodoviária.

Neste contexto, partindo do argumento que a aplicação de metodologias de IA na construção de modelos preditivos potencia a prevenção e o alerta da sinistralidade rodoviária, afigurou-se assim pertinente, analisar de que forma podem ser potenciados esses contributos da IA no combate ao flagelo da sinistralidade rodoviária.

Perante este enquadramento, procedeu-se à edificação de um modelo de análise, que permitisse analisar a problemática em estudo, e que culminasse na apresentação de soluções



materializadas em linhas de orientação estratégica, no sentido de alcançar o OG previamente definido. Com efeito, para a prossecução desse desiderato, foi estabelecida a QC no sentido de se analisar de que forma podem ser potenciados os contributos da IA para a prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária, usando como caso de estudo o modelo MOPREVIS, na perspetiva de uma eventual aplicação desta ferramenta em toda a área de atuação da GNR.

Destarte, para o presente estudo recorreu-se a uma metodologia de raciocínio indutivo, através de uma estratégia mista, que permitiu obter resposta às três QD identificadas. A recolha de dados resultou da correlação de técnicas de análise documental e inquéritos por entrevista, reforçada com dados obtidos através de inquéritos por questionário, culminando na elaboração de uma matriz SWOT.

Seguindo esta trajetória, e em resposta à QD1, “Quais os principais contributos teóricos da IA para a prevenção e o alerta da sinistralidade rodoviária?”, conclui-se que as ferramentas de IA, neste âmbito, se podem constituir como um importante apoio no processo de tomada de decisão das organizações, além de permitirem melhorar o sistema de gestão de emergência e de potenciarem a atuação preventiva das forças de segurança.

A mobilidade é efetivamente um dos pilares fundamentais da sociedade contemporânea, que procura ser cada vez mais ágil, pelo que a utilização de veículos rodoviários constitui um bem necessário e de manifesta utilidade social. Com o incremento do uso de veículos rodoviários, surgem problemas associados a falhas e erros do sistema rodoviário, os quais culminam em sinistros rodoviários, gerando anualmente significativos custos humanos, económicos e sociais. Portugal apresenta índices preocupantes de sinistralidade rodoviária, figurando entre os nove países da União Europeia com maior número de mortes por milhão de habitantes.

As ferramentas baseadas em IA são uma área bastante promissora e em acentuada evolução, que apresenta inúmeras potencialidades, nas quais tem especial relevo a melhoria da capacidade de tomada de decisão nos processos organizacionais. Além disso, os modelos preditivos baseados em algoritmos de *Machine Learning* possibilitam prever a frequência de sinistros rodoviários num determinado segmento de via específico, o que poderá contribuir para melhorar o sistema de gestão de emergência, pois o tempo de reação será melhorado se houver um aviso prévio sobre quais os segmentos de vias em que se prevê maior número de ocorrências num dado período, bem como alocar meios das forças de segurança de uma forma mais eficaz e oportuna, potenciando a sua atuação no âmbito da prevenção.

Não obstante esta importante contribuição, os modelos preditivos de frequência possibilitam apenas uma atuação reativa, enquanto os modelos preditivos de ocorrência em



tempo real permitem uma atuação proativa, permitindo a adoção de medidas capazes de evitar o sinistro rodoviário. É neste contexto que o projeto MOPREVIS poderá oferecer o seu maior contributo.

Seguidamente, partiu-se para a resposta à QD2, “: quais as principais características, potencialidades e limitações do projeto MOPREVIS?”, relevando neste âmbito que se trata de um instrumento desenvolvido com base em metodologias e tecnologias inovadoras, incluindo IA e Ciência de Dados. A base de análise é composta por 979 variáveis de diversos tipos, tais como espaciais, temporais, ambientais, veículos envolvidos, intervenientes, via, tipologia e consequências do sinistro rodoviário, densidade populacional, intensidade de tráfego, entre outras, fornecidas por diversas entidades.

No que respeita ao funcionamento da aplicação digital, é possível obter informações do passado, presente e futuro, e selecionar o intervalo de tempo desejado para análise, visualização ou predição.

Sobre as principais potencialidades destaca-se o facto de permitir conceber um sistema de informação espacial sobre a sinistralidade rodoviária; implementar um novo indicador de gravidade; traçar o perfil dos intervenientes num sinistro rodoviário; construir modelos preditivos para a ocorrência de sinistros rodoviários; apoio à tomada de decisão; e otimização e gestão dos recursos.

Respeitante às principais limitações identifica-se a sua dependência da qualidade dos dados; o atraso na atualização ou não disponibilização de dados por parte de outras entidades; a dificuldade em estimar outras variáveis de análise; e a dificuldade de comunicação entre as instituições ou entidades participantes.

Nesta senda, prosseguiu-se para a resposta à QD3, “Quais as condições para aplicação do MOPREVIS a toda a ZA da GNR?”, observando-se que, para tal suceder, existe a necessidade de efetuar determinadas modificações no MOPREVIS, bem como desenvolver e adaptar alguns processos por parte da GNR, principalmente no que respeita à recolha e tratamento de dados.

O facto de a GNR ter a quase totalidade da rede viária nacional sob sua responsabilidade confere um peso primordial ao seu papel neste domínio, permitindo-lhe atuar como elemento diferenciador no sistema rodoviário português. Para além das orientações estratégicas, políticas ou internacionais, os Comandantes de Destacamento de Trânsito fundamentam grande parte do seu planeamento da atividade operacional diária na análise estatística da sinistralidade. Com menor incidência, verifica-se que também ponderam fatores como a perceção ou o conhecimento empírico, o volume de tráfego ou a



análise estatística das áreas onde se praticam reiteradamente infrações rodoviárias. Esta abordagem poderá ser indicativa de alguma falta de dados e de critérios de cientificidade, podendo o MOPREVIS, neste âmbito, desempenhar um papel de extrema relevância, já que se constata por parte da GNR a existência de disponibilidade para uma eventual implementação do MOPREVIS em toda a sua ZA.

Assim, no que concerne às alterações necessárias efetuar ao MOPREVIS salienta-se a necessidade de desenvolver meios para a medição de variáveis importantes e paras as quais não existe informação; automatizar e melhorar o processo de fluxo de dados e a sua validação; e criar ou adaptar as abordagens usadas no âmbito dos fatores determinantes da ocorrência de sinistros rodoviários.

Por seu turno, por parte da GNR, é essencial efetuar uma validação rigorosa dos dados históricos relativos à sinistralidade rodoviária em toda a sua ZA; criar um processo que garanta rigor na recolha dos dados das futuras ocorrências; criar um fluxo de dados referente à sinistralidade rodoviária em tempo real; e garantir o rigor na recolha dos dados dos sinistros rodoviários.

Destarte, em linha com o OG proposto, apresentou-se a resposta subjacente à QC, enformada por quatro LOE resultantes das ideias-chave obtidas na elaboração da matriz SWOT. Neste particular, conclui-se que a forma de potenciar os contributos da IA para a prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária deve ser sustentada nas seguintes LOE:

LOE1 – Assegurar qualidade e rigor. A qualidade dos dados constitui uma das maiores vulnerabilidades das ferramentas baseadas em IA. Á luz do referido, garantindo a precisão e a integridade dos dados, ao implementar mecanismos de verificação e validação, é possível aumentar a eficácia da ferramenta na análise e predição;

LOE2 – Automatizar. A automatização do fluxo de dados apresenta-se como uma solução capaz de minimizar a probabilidade de ocorrência de erros provenientes de intervenções humanas, fato que, por sua vez, contribui para o aumento da precisão e da confiabilidade dos dados. Além disso, permite a obtenção e o processamento dos dados de forma mais célere e eficiente, propiciando, assim, uma tomada de decisão mais ágil;

LOE3 – Desenvolver e diversificar. A fim de aprimorar a capacidade preditiva das ferramentas de IA, torna-se imprescindível o desenvolvimento e a incorporação de variáveis adicionais, a fim de se obter uma análise mais ampla e precisa. Quanto maior a quantidade de variáveis relevantes incorporadas, maior será o refinamento e ajuste da análise, propiciando, assim, a obtenção de resultados mais precisos e rigorosos;



LOE4 – Cooperar e colaborar. A implementação de protocolos de colaboração entre as diversas entidades, configura-se como medida essencial para fomentar a cooperação e a partilha de informações e dados. Além disso, o estabelecimento de relações institucionais sólidas enseja a criação de canais de comunicação técnicos diretos, fundamentais para superar eventuais limitações ou identificar e abordar áreas problemáticas. Em complemento, sublinha-se que a colaboração entre entidades pode resultar no desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras e na criação de sinergias.

Comtemplados todos os resultados obtidos nesta investigação, salienta-se que uma das limitações da investigação passou pela impossibilidade de, na recolha de dados através de inquérito por entrevista ao Comando da GNR, não ter sido possível obter diferentes perspetivas dos vários níveis de comando. Todavia, considera-se que a investigação reúne contributos sólidos e úteis, tendo por base um estudo credível e sustentado, do qual resultam propostas concretas, que se considera acrescentarem valor ao conhecimento sobre a temática.

Finalmente, como estudos futuros, e decorrente dos dados obtidos da Questão n.º 10 dos inquéritos por entrevista (Apêndice E), sugere-se uma nova linha de investigação que incida na possibilidade do MOPREVIS poder adaptar-se a outras áreas de natureza preventiva, como por exemplo aos incêndios rurais.



Referências bibliográficas

- Alastruey, C. F. (2021). Estado de la cuestión de la inteligencia artificial y los sistemas de aprendizaje autónomo. *Sociology and Technoscience*, n.º 11, pp. 182-195.
- Alves, A. C. (2008). *Em busca de uma Sociologia de Polícia*. Lisboa: Edição da Revista da Guarda Nacional Republicana.
- ANSR. (2018). *Relatórios de Sinistralidade*. Retirado de ANSR: <http://www.ansr.pt/Estatisticas/RelatoriosDeSinistralidade/Pages/default.aspx>
- Bryman, A. (2012). *Social research methods (Fourth edi)*. United Kingdom: Oxford University Press.
- Carapeto, C., & Fonseca, F. (2014). *Administração Pública. Modernização, Qualidade e Inovação*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Chand, A.; Jayesh, S.; Bhasi, A. B. (2021). Road traffic accidents: An overview of data sources, analysis techniques and contributing factors. *Materials Today: Proceedings, Volume 47, Part 15*, pp. 5135-5141.
- Collins, C., Dennehy, D., Conboy, K., & Mikalef, P. (2021). Artificial intelligence in information systems research: A systematic literature review and research agenda. *International Journal of Information Management*, vol 60, pp. 1-17.
- Comissão Europeia. (2020). *Livro Branco sobre a inteligência artificial - Uma abordagem europeia virada para a excelência e a confiança*. Bruxelas.
- Costa, J.; Jacques, M.; Pereira, P.; Freitas, E.; Soares, F. (2018). Portuguese two-lane highways: modelling crash frequencies for different temporal and spatial aggregation of crash data. *Transport*, vol. 33, pp. 92-103.
- Decreto-Lei n.º 2/2019, de 11 de janeiro. (2019). *Institui o Sistema Nacional de Monitorização e Comunicação de Risco, de Alerta Especial e de Aviso à População*. Diário da República n.º 8/2019, Série I, 105-108. Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.
- Despacho n.º 10393/2010, de 05 de maio. (2010). *Aprova o novo Regulamento Geral do Serviço da Guarda Nacional Republicana*. Diário da República, 2.ª série, N.º 119, 33856 -33891. Lisboa: Comando Geral.
- Domínguez, J. A. (2019). *Manual de Investigación de Siniestros Viales*. Mérida: Dirección General de la Guardia Civil - Dirección General de Tráfico.
- Educação Rodoviária. (s.d.). *A História e Evolução do Automóvel em Portugal [página online]*. Retirado de <http://educacaorodoviaria.pt/lazer/85-a-historia-e-evolucao-do-automovel-em-portugal>



- European Commission. (2021). *European Road Safety Observatory - Annual statistical report on road safety in the EU 2020*. Brussels: European Commission, Directorate General for Transport.
- Eurostat. (2021). *Road Accidents: Number of Fatalities Continues Falling [página online]*. Retirado de <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210624-1>
- Fachada, C. P., Ranhola, N. M., Marreiros, J. P., & Santos, L. A. (2020). *Normas de Autor no Instituto Universitário Militar (3.^a ed.)*. Pedrouços: Centro de Investigação e Desenvolvimento do Instituto Universitário Militar.
- Freixo, M. J. (2012). *Metodologia Científica, fundamentos métodos e técnicas (4a Edição)*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Guarda Nacional Republicana. (1997). *Manual de Operações , vol II*. Lisboa: CEGRAF/GNR.
- Guedelha, M. J. (Coord.) (2020). *Estratégia da Guarda 2025, uma estratégia centrada nas pessoas*. Lisboa: GNR.
- Gutierrez-Osorio, C., & Pedraza, C. (2020). Modern data sources and techniques for analysis and forecast of road accidents: A review. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, pp. 432-446.
- Halim, Z., Kalsoom, R., Bashir, S., & Abbas, G. (2016). Artificial intelligence techniques for driving safety and vehicle crash prediction. *Artificial Intelligence Review*, pp. 351-387.
- Helm, J. M., Swiergosz, A. M., Haeberle, H. S., Karnuta, J. M., Schaffer, J. L., Krebs, V. E., . . . Ramkumar, P. N. (2020). Machine Learning and Artificial Intelligence: Definitions, Applications, and Future Directions. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, pp. 69-76.
- Hill, M. M., & Hill, A. (2016). *Investigação por Questionário*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Hossain, M.; Abdel-Aty, M.; Quddus, M. A.; Muromachi, Y.; Sadeek, S. N. (2019). Realtime crash prediction models: State-of-the-art, design pathways and ubiquitous requirements. *Accident Analysis and Prevention*, vol 124, pp. 66-84.
- Humphrey, A. (2005). SWOT analysis for management consulting. *SRI alumni Newsletter*, 1, pp. 7-8.
- Infante, P., Afonso, A., Jacinto, G., Rego, L., Nogueira, P., Silva, M., . . . Rebelo, P. (2022c). Some Determinants for Road Accidents Severity in the District of Setúbal. *Springer Proceedings in Mathematics & Statistics*, vol 398, pp. 1-12.



- Infante, P., Jacinto, G., Afonso, A., Rego, L., Nogueira, P., Silva, M., . . . Manuel, P. R. (2022b). Comparison of Statistical and Machine-Learning Models on Road Traffic Accident Severity Classification. *Computers*, pp. 1-12.
- Infante, P., Jacinto, G., Afonso, A., Rego, L., Nogueira, P., Silva, M., . . . Manuel, P. R. (2023a). Factors That Influence the Type of Road Traffic Accidents: A Case Study in a District of Portugal. *Sustainability*, 15, 2352, pp. 1-16.
- Infante, P., Jacinto, G., Santos, D., Nogueira, P., Afonso, A., Quaresma, P., . . . Manuel, P. R. (2023b). Prediction of Road Traffic Accidents on a Road in Portugal: A Multidisciplinary Approach Using Artificial Intelligence, Statistics, and Geographic Information Systems. *Information* 14, no. 4: 238, pp. 1-18.
- Infante, P., Nogueira, V., Manuel, P. R., Góis, P., Afonso, A., Santos, D., ... Clemente, R. (2022a). *A Sinistralidade Rodoviária no Distrito de Setúbal [versão PDF]*. Évora: Imprensa da Universidade de Évora.
- IUM. (2020a). *NEP/INV - 01—Procedimentos Relativos à Elaboração de Trabalhos de Investigação no Âmbito de Cursos que não Atribuem Grau Académico*. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- IUM. (2020b). *NEP/INV - 03—Estrutura e Regras de Citação e Referenciação de Trabalhos Escritos a Realizar no Instituto Universitário Militar*. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Leal, A. J. (2016). Sinistralidade rodoviária: métodos de estudo das causas e causas conhecidas. *Pela Lei e Pela Grei n.º 112*, pp. 23-37.
- Lei n.º 63/2007, de 06 de novembro. (2007). *Aprova a orgânica da Guarda Nacional Republicana*. Diário da República, 1.ª série, n.º 213, 8043-8051. Lisboa: Assembleia da República.
- Likert, R. (1932). *A technique for the measurement of attitudes*. Retirado de Archives of Psychology, 140, pp. 44-53. Retirado de https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf
- Management Solutions. (2018). *Machine-Learning, uma peça-chave na transformação dos modelos de negócio*. Espanha: MSO.
- Marcillo, P., Caraguay, Á. L., & Hernández-Álvarez, M. (2022). A Systematic Literature Review of Learning-Based Traffic Accident Prediction Models Based on Heterogeneous Sources. *Applied Sciences*, pp. 1-27.
- Moraes, B. B. (2005). *Prevenção criminal ou convivência com o crime: uma análise brasileira*. São Paulo: Revista dos Tribunais.



- Nogueira, P., Silva, M., Infante, P., Nogueira, V., Manuel, P., Afonso, A., . . . Gois, P. (2023). International journal of Geo-Information. *Learning from Accidents: Spatial Intelligence Applied to Road Accidents with Insights from a Case Study in Setúbal District, Portugal*, pp. 1-14.
- Organização Mundial de Saúde. (2004). *A Segurança Rodoviária não é Acidental [Documento eletrónico]*. Retirado de WHO: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/68500/WHO_NMH_VIP_03.4_por.pdf
- Organização Mundial de Saúde. (2021). *Plano Global - Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2021-2030*. WHO.
- Pérez, M. R. (2011). ¿Se debe usar el término accidente en el ámbito de la investigación científica? *Panace@*. Vol. XII, n.o 33. Primer semestre, pp. 84-88.
- Racioppi, F., Eriksson, L., Tingvall, C., & Villaveces, A. (2004). *Preventing Road Traffic Injury: a Public Health Perspective for Europe*. Copenhaga: WHO.
- Raimundo, A., & Sebastião, P. (2021). *Novos Modelos de Negócio com Recurso à Inteligência Artificial [Documento Eletrónico]*. Retirado de IAPMEI: [https://www.iapmei.pt/PRODUTOS-E-SERVICOS/Empreendedorismo-Inovacao/Empreendedorismo-\(1\)/DOCS_Emp/Novos-modelos-de-negocio-com-recurso-a-Inteligenci.aspx](https://www.iapmei.pt/PRODUTOS-E-SERVICOS/Empreendedorismo-Inovacao/Empreendedorismo-(1)/DOCS_Emp/Novos-modelos-de-negocio-com-recurso-a-Inteligenci.aspx)
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 85/2017, de 19 de junho. (2017). *Plano Estratégico Nacional de Segurança Rodoviária - PENSE 2020*. Diário da República n.º 116/2017, Série I. Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.
- Santos, D., Saias, J., Quaresma, P., & Nogueira, V. B. (2021). Computers. *Machine Learning Approaches to Traffic Accident Analysis and Hotspot Prediction*, pp. 1-5.
- Santos, L. A., & Lima, J. M. (Coords.) (2019). *Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação - Caderno n.º 8 (2.ª edição, revista e atualizada)*. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Silva, P.B.; Andrade, M.; Ferreira, S. (2020). Machine learning applied to road safety modeling: A systematic literature review. *Journal of Traffic Transportation Engineering (Engl. Ed.)*, vol 7, pp. 775--790.
- Sousa, A. F. (2003). Prevenção e Repressão como Função da Polícia e do Ministério Público. *Revista do Ministério Público n.º 94*, 49-63.



- Stobierski, T. (2019). *What is Statistical Modeling For Data Analysis?* [página online]. Retirado de Northeastern University Graduate Programs: <https://www.northeastern.edu/graduate/blog/statistical-modeling-for-data-analysis/>
- Tabasso, C. (2012). *Paradigmas, teorías y modelos de la seguridad y la inseguridad vial* [Documento eletrónico]. Retirado de http://94.23.80.242/~aec/ivia/tabasso_124.pdf
- UNISDR. (2009). *Terminology on Disaster Risk Reduction* [Documento eletrónico]. Retirado de United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction (UNISDR): https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf
- Universidade de Évora. (s.d.). *MOPREVIS* [página online]. Retirado de Modelação e Predição de Acidentes de Viação no Distrito de Setúbal: <https://moprevis.uevora.pt/>
- Yannis, G., Dragomanovits, A., Laiou, A., Richter, T., Ruhl, S., Torre, F. L., . . . Li, H. (2016). Use of accident prediction models in road safety management – an international inquiry. *Transportation Research Procedia* n.º 14, pp. 4257 - 4266.
- Zaal, D. (1994). *Traffic Law Enforcement: A review of the literature, Report No. 53*. Australia: Monash University Accident Research Centre.



Apêndice A — Modelo de Análise

Quadro 15 - Modelo de Análise adotado

TEMA		Prevenção e Alerta da Sinistralidade Rodoviária com o Contributo da Inteligência Artificial (IA).					
TÍTULO		Estudo de caso: A Modelação e Predição de Acidentes de Viação no Distrito de Setúbal (MOPREVIS).					
TESE - ARGUMENTO		A aplicação de metodologias de IA na construção de modelos preditivos potencia a prevenção e o alerta da sinistralidade rodoviária.					
OBJETIVO GERAL		Analisar de que forma podem ser potenciados os contributos da IA para a prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária.					
QUESTÃO CENTRAL		De que forma podem ser potenciados os contributos da IA para a prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária?					
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	QUESTÕES DERIVADAS	CONCEITOS	DIMENSÕES	VARIÁVEIS	INDICADORES	Recolha de Dados	
						Instrumentos	Técnicas
OE 1: Analisar o enquadramento teórico da IA, no âmbito da prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária.	QD1: Quais os principais contributos teóricos da IA para a prevenção e o alerta da sinistralidade rodoviária?	<ul style="list-style-type: none"> - Prevenção - Alerta - Sinistralidade Rodoviária 	<ul style="list-style-type: none"> - Politico-estratégica 	<ul style="list-style-type: none"> - Inteligência artificial 	<ul style="list-style-type: none"> - Potencialidades 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas exploratórias - Entrevistas estruturadas - Questionários 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise documental - Análise de conteúdos - SWOT
OE 2: Caracterizar o projeto Modelação e Predição de Acidentes de Viação no Distrito de Setúbal (MOPREVIS).	QD 2: Quais as principais características, potencialidades e limitações do projeto MOPREVIS?	<ul style="list-style-type: none"> - Inteligência Artificial - Predição 	<ul style="list-style-type: none"> - Operacional - Tática 	<ul style="list-style-type: none"> - Sinistralidade Rodoviária 	<ul style="list-style-type: none"> - Vulnerabilidades - Ameaças - Oportunidades 		
OE 3: Analisar as condições para aplicação do MOPREVIS a toda a zona de ação da Guarda Nacional republicana	QD 3: Quais as condições para aplicação do MOPREVIS a toda a zona de ação da Guarda Nacional Republicana?	<ul style="list-style-type: none"> - Modelação 					



Apêndice B — Guião de Entrevista | Grupo A

1. IDENTIFICAÇÃO DO(A) ENTREVISTADO(A)

Instituição:	
Nome:	
Posto (se aplicável):	
Habilitações Literárias:	
Cargo/Função:	
Local:	
Data:	

Reitera-se que as respostas de V. Exa. são fundamentais para alcançar os objetivos desta investigação, pelo que se roga a sua douda colaboração.

As respostas apenas serão utilizadas no âmbito da investigação científica, sendo que a informação será processada de forma a garantir a integridade dos dados disponibilizados, considerando-se autorizada a indicação da fonte na apresentação e discussão dos resultados.

2. ENTREVISTA

ENQUADRAMENTO

A sinistralidade rodoviária, a nível global e por ano, causa aproximadamente 1,3 milhões de mortes e 50 milhões de feridos, além de constituir a principal causa de morte de crianças e jovens adultos. Todavia, este problema não se esgota na trágica perda de vidas humanas. Ele dificulta e inibe também o desenvolvimento económico dos países.

Contudo, os perigos subjacentes à sinistralidade rodoviária podem ser prevenidos, ou pelo menos mitigados. A implementação de tecnologia e a adoção de políticas rodoviárias cada vez mais rígidas, tem obtido resultados positivos, que apesar de tudo ficam aquém das expectativas.

A utilização de sistemas baseados em IA, na área da segurança rodoviária, já é uma realidade, e tem apresentado resultados bastante significativos, nomeadamente no que respeita aos modelos preditivos da sinistralidade rodoviária, que garantem uma base cientificamente sólida no apoio à avaliação e seleção de medidas de segurança rodoviária e de apoio ao processo de tomada de decisão, apresentando custos bastante reduzidos.

Em Portugal, e de acordo com a pesquisa efetuada pelo signatário, não são conhecidos trabalhos publicados envolvendo modelos preditivos com técnicas de inteligência artificial. Contudo, já foram dados os primeiros passos nesta área, principalmente através de projetos de investigação desenvolvidos por algumas Academias. De entre os diversos estudos em desenvolvimento, tem-se destacado o projeto da Universidade de Évora MOPREVIS desenvolvido em parceria com o Comando Territorial de Setúbal da GNR e que se encontra limitado à zona de ação desse Comando Territorial.

Perante este contexto, considera-se de extrema relevância com a realização deste trabalho de investigação, analisar de que forma podem ser potenciados os contributos da IA para a prevenção e alerta



da sinistralidade rodoviária, usando como caso de estudo o modelo MOPREVIS, na perspetiva de uma eventual aplicação desta ferramenta em toda a área de atuação da GNR

Tendo por base este enquadramento foi construído o presente questionário por entrevista, que se dirige a elementos da equipa de desenvolvimento do projeto MOPREVIS e que procura obter informação sobre as principais características, potencialidades e limitações do projeto MOPREVIS, bem como apurar as condições para a sua aplicação a toda a zona de ação da Guarda Nacional Republicana.

GUIÃO

01. Do seu ponto de vista, quais considera ser as principais potencialidades do MOPREVIS?

02. Quais considera ser as principais limitações do MOPREVIS?

03. Que resultados obteve o MOPREVIS nos testes efetuados?

04. Considerando a eventual implementação do projeto a toda a zona de ação da GNR.

5.1 – Quais as alterações necessárias efetuar no MOPREVIS para aplicação a toda a ZA da GNR?

5.2 – Quais as condições necessárias garantir/fornecer por parte da GNR para implementar o MOPREVIS?

5.3 – Quais as condições necessárias garantir/fornecer por parte da GNR para alimentar e utilizar, eficientemente e eficazmente, o MOPREVIS?

5.4 – Quanto tempo estima que seria necessário para a implementação e funcionamento em pleno da ferramenta?

05. Em que outras áreas da missão da Guarda poderão ser utilizados modelos de predição baseados em inteligência artificial (similares ao MOPREVIS), e porquê?

06. Considera existirem condições para um eventual projeto em colaboração com FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia) e Universidade de Évora, para o estudo e implementação do MOPREVIS em toda a zona de ação da GNR?

07. Outros comentários e/ou contributos que considere oportunos para os objetivos da investigação.

Grato pela colaboração e tempo despendido.



Apêndice C — Guião de Entrevista | Grupo B

1. IDENTIFICAÇÃO DO(A) ENTREVISTADO(A)

Instituição:	
Nome:	
Posto (se aplicável):	
Habilitações Literárias:	
Cargo/Função:	
Local:	
Data:	

Reitera-se que as respostas de V. Exa. são fundamentais para alcançar os objetivos desta investigação, pelo que se roga a sua douda colaboração.

As respostas apenas serão utilizadas no âmbito da investigação científica, sendo que a informação será processada de forma a garantir a integridade dos dados disponibilizados, considerando-se autorizada a indicação da fonte na apresentação e discussão dos resultados.

2. ENTREVISTA

ENQUADRAMENTO

A sinistralidade rodoviária, a nível global e por ano, causa aproximadamente 1,3 milhões de mortes e 50 milhões de feridos, além de constituir a principal causa de morte de crianças e jovens adultos. Todavia, este problema não se esgota na trágica perda de vidas humanas. Ele dificulta e inibe também o desenvolvimento económico dos países.

Contudo, os perigos subjacentes à sinistralidade rodoviária podem ser prevenidos, ou pelo menos mitigados. A implementação de tecnologia e a adoção de políticas rodoviárias cada vez mais rígidas, tem obtido resultados positivos, que apesar de tudo ficam aquém das expectativas.

A utilização de sistemas baseados em IA, na área da segurança rodoviária, já é uma realidade, e tem apresentado resultados bastante significativos, nomeadamente no que respeita aos modelos preditivos da sinistralidade rodoviária, que garantem uma base cientificamente sólida no apoio à avaliação e seleção de medidas de segurança rodoviária e de apoio ao processo de tomada de decisão, apresentando custos bastante reduzidos.

Em Portugal, e de acordo com a pesquisa efetuada pelo signatário, não são conhecidos trabalhos publicados envolvendo modelos preditivos com técnicas de inteligência artificial. Contudo, já foram dados os primeiros passos nesta área, principalmente através de projetos de investigação desenvolvidos por algumas Academias. De entre os diversos estudos em desenvolvimento, tem-se destacado o projeto da Universidade de Évora MOPREVIS desenvolvido em parceria com o Comando Territorial de Setúbal da GNR e que se encontra limitado à zona de ação desse Comando Territorial.

Perante este contexto, considera-se de extrema relevância com a realização deste trabalho de investigação, analisar de que forma podem ser potenciados os contributos da IA para a prevenção e alerta



da sinistralidade rodoviária, usando como caso de estudo o modelo MOPREVIS, na perspetiva de uma eventual aplicação desta ferramenta em toda a área de atuação da GNR

Tendo por base este enquadramento foi construído o presente questionário por entrevista, que se dirige a Oficiais do CTer Setúbal envolvidos no desenvolvimento e testagem do projeto MOPREVIS, e que procura obter informação sobre as principais características, potencialidades e limitações do projeto MOPREVIS, bem como apurar as condições para a sua aplicação a toda a zona de ação da Guarda Nacional Republicana.

GUIÃO

01. Do seu ponto de vista, quais considera ser as principais potencialidades do MOPREVIS?

02. Quais considera serem as principais limitações do MOPREVIS?

03. Que resultados obteve o MOPREVIS nos testes efetuados?

04. Face a uma possível implementação do projeto a toda a área de ação da GNR.

4.1 - Quais as condições necessárias garantir/fornecer por parte da GNR para implementar o MOPREVIS?

4.2 - Quais as condições necessárias garantir/fornecer por parte da GNR para alimentar e utilizar, eficientemente e eficazmente, o MOPREVIS?

05. Considera existir algum tipo de impacto positivo decorrente da implementação do MOPREVIS na atividade operacional da GNR? Porquê?

06. Considera existir algum tipo de impacto negativo na implementação do MOPREVIS na atividade operacional da GNR? Porquê?

07. Em que outras áreas da missão da Guarda poderão ser utilizados modelos de predição baseados em inteligência artificial (similares ao MOPREVIS), e porquê?

08. Outros comentários e/ou contributos que considere oportunos para os objetivos da investigação.

Grato pela colaboração e tempo despendido.



Apêndice D — Guião de Entrevista | Grupo C

1. IDENTIFICAÇÃO DO(A) ENTREVISTADO(A)

Instituição:	
Nome:	
Posto (se aplicável):	
Habilitações Literárias:	
Cargo/Função:	
Local:	
Data:	

Reitera-se que as respostas de V. Exa. são fundamentais para alcançar os objetivos desta investigação, pelo que se roga a sua douda colaboração.

As respostas apenas serão utilizadas no âmbito da investigação científica, sendo que a informação será processada de forma a garantir a integridade dos dados disponibilizados, considerando-se autorizada a indicação da fonte na apresentação e discussão dos resultados.

2. ENTREVISTA

ENQUADRAMENTO

A sinistralidade rodoviária, a nível global e por ano, causa aproximadamente 1,3 milhões de mortes e 50 milhões de feridos, além de constituir a principal causa de morte de crianças e jovens adultos. Todavia, este problema não se esgota na trágica perda de vidas humanas. Ele dificulta e inibe também o desenvolvimento económico dos países.

Contudo, os perigos subjacentes à sinistralidade rodoviária podem ser prevenidos, ou pelo menos mitigados. A implementação de tecnologia e a adoção de políticas rodoviárias cada vez mais rígidas, tem obtido resultados positivos, que apesar de tudo ficam aquém das expectativas.

A utilização de sistemas baseados em IA, na área da segurança rodoviária, já é uma realidade, e tem apresentado resultados bastante significativos, nomeadamente no que respeita aos modelos preditivos da sinistralidade rodoviária, que garantem uma base cientificamente sólida no apoio à avaliação e seleção de medidas de segurança rodoviária e de apoio ao processo de tomada de decisão, apresentando custos bastante reduzidos.

Em Portugal, e de acordo com a pesquisa efetuada pelo signatário, não são conhecidos trabalhos publicados envolvendo modelos preditivos com técnicas de inteligência artificial. Contudo, já foram dados os primeiros passos nesta área, principalmente através de projetos de investigação desenvolvidos por algumas Academias. De entre os diversos estudos em desenvolvimento, tem-se destacado o projeto da Universidade de Évora MOPREVIS desenvolvido em parceria com o Comando Territorial de Setúbal da GNR e que se encontra limitado à zona de ação desse Comando Territorial.

Após o desenvolvimento deste projeto científico foi possível:

- Definir os principais determinantes para a ocorrência de sinistros rodoviários com feridos graves ou mortos (sinistralidade grave), para a sua natureza (atropelamento, colisão ou despiste), para a ocorrência de sinistros envolvendo motociclos e para a ocorrência de atropelamentos;
- Conceber um sistema de informação espacial sobre os sinistros, não só determinando de uma forma consistente os seus hotspots, mas também concebendo atlas de suscetibilidade de ocorrência;
- Implementar um novo indicador de gravidade, mais robusto e consistente que os existentes, que considera e integra na sua formulação: a gravidade do acidente; um efeito amortecedor do número de vítimas; um ponderador espacial; e um ponderador temporal;



- Traçar o perfil dos intervenientes nos sinistros rodoviários, condutores e vítimas;
- Construir modelos preditivos para a ocorrência de sinistros rodoviários em troços de 500 metros e de 2000 metros relativamente a quatro estradas do distrito de Setúbal sinalizadas como sendo de alto risco: a EN 4, a EN 10, o IC1 e A33 (+Ponte Vasco da Gama);
- Dotar a GNR de Setúbal com uma ferramenta digital de apoio à tomada de decisão, permitindo a otimização e a gestão de recursos alocados à prevenção rodoviária.

Apesar de se encontrar ainda em fase experimental, este projeto já apresenta um modelo bastante evoluído e consolidado, que aparenta possuir um elevado potencial de intervenção no combate à sinistralidade rodoviária.

Perante este contexto, considera-se de extrema relevância com a realização deste trabalho de investigação, analisar de que forma podem ser potenciados os contributos da IA para a prevenção e alerta da sinistralidade rodoviária, usando como caso de estudo o modelo MOPREVIS, na perspetiva de uma eventual aplicação desta ferramenta em toda a área de atuação da GNR

Tendo por base este enquadramento foi construído o presente questionário por entrevista, que se dirige aos altos responsáveis pela estratégia da Guarda no âmbito da segurança rodoviária, e que procura apurar as condições para a aplicação do projeto MOPREVIS a toda a zona de ação da Guarda Nacional Republicana.

GUIÃO

01. Como alto responsável pela estratégia da Guarda no âmbito da segurança rodoviária, qual considera ser a relevância da implementação de uma ferramenta como o MOPREVIS no combate à sinistralidade rodoviária?

02. Na sua opinião, perante a implementação do MOPREVIS em toda a zona de ação da GNR, qual seria o impacto para a atividade operacional? Porquê?

03. Considera existir algum tipo de impacto negativo na implementação do MOPREVIS na atividade operacional da GNR? Porquê?

04. Considera viável e oportuna a avaliação do MOPREVIS e uma eventual implementação em toda a sua zona de ação da GNR?

05. Em que outras áreas da missão da Guarda poderão ser utilizados modelos de predição baseados em inteligência artificial (similares ao MOPREVIS), e porquê?

06. Outros comentários e/ou contributos que considere oportunos para os objetivos da investigação.



Apêndice E — Matriz de Análise de Conteúdo das Entrevistas

Questão 1 - Do seu ponto de vista, quais considera ser as principais potencialidades do MOPREVIS?		
Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
A1	• “ <u>Redução da sinistralidade rodoviária</u> ”.	1.1
	• “ <u>Apoio à tomada decisão dos diversos intervenientes com base científica</u> ”.	1.2
	• “ <u>A identificação de fatores que potenciam a ocorrência dos acidentes de acordo com a sua gravidade e a sua natureza, bem como a identificação de locais de ocorrência de maior número de acidentes e de maior gravidade, permite tomar medidas preventivas efetivas</u> ”.	1.3
	• “ <u>Modelos preditivos para vias de elevado risco de ocorrência de acidentes</u> ”.	1.4
	• “ <u>Modelos preditivos para vias de elevado risco de ocorrência de acidentes</u> ”.	1.5
	• “ <u>Otimização de recursos</u> ”.	1.6
A2	• “ <u>A potencialidade de ser alargado a outras regiões (distritos, NUTS ou mesmo o país)</u> ”;	1.8
	• “ <u>A potencialidade de ser aplicado a outros domínios</u> ”.	
A3	• “ <u>Traçar o perfil dos acidentes rodoviários</u> ”;	1.4
	• “ <u>ferramenta de apoio à decisão</u> ”.	1.2
A4	• “ <u>Assim, as potencialidades são a aplicação da ciência, no caso numa perspetiva multidisciplinar (Matemática, Informática, Geociências, Estatística, Ciências Sociais), a um problema social concreto (...)</u> ”	1.3
	• “ <u>(...) garantindo um instrumento/aplicação para utilização por uma Força de Segurança de modo a garantir o empenhamento racional dos seus recursos.</u> ”	1.6
	• “ <u>É também inovação com a aplicação da IA.</u> ”	1.7
	• “ <u>O MOPREVIS não é mais do que uma ferramenta digital de apoio à tomada de decisão, no caso em concreto para prevenir e diminuir a sinistralidade rodoviária (...)</u> ;	1.2
B1	• “ <u>(...) que nos permite perceber e analisar as eventuais causas da sinistralidade para podermos atuar a montante (...)</u> ”	1.1
	• “ <u>(...) que nos permite perceber e analisar as eventuais causas da sinistralidade para podermos atuar a montante (...)</u> ”	1.4
B2	• “ <u>A principal potencialidade do MOPREVIS manifesta-se, desde logo, na sua contribuição para a redução da sinistralidade rodoviária (...)</u> ”;	1.1
	• “ <u>(...) combinando várias fontes de informação, permitindo a construção de modelos preditivos para a sinistralidade rodoviária</u> ”;	1.5
	• “ <u>(...) obtendo-se uma ferramenta digital de apoio à tomada de decisão em tempo real (...)</u> ”	1.2
B3	• “ <u>Sem dúvida que o MOPREVIS potenciar a forma como empenhamos os nossos meios</u> ”	1.6
	• “ <u>Agora podemos trazer ciência ao processo de tomada de decisão</u> ”.	1.3
	• “ <u>Agora podemos trazer ciência ao processo de tomada de decisão</u> ”.	1.2
B4	• “ <u>A implementação de uma ferramenta que permita prever a ocorrência de acidentes de viação, é de extrema relevância, permitindo efetuar uma gestão criteriosa dos meios disponíveis, sejam eles humanos ou materiais, ou eventual de proposta de melhoria da via em questão</u> ”;	1.5
	• “ <u>(...) possui um papel preponderante atualmente, poder concretamente atuar sobre os locais onde ocorrem os sinistros, com um grau d</u>	1.6
	• “ <u>certeza relativo permite direcionar o empenhamento dos meios e escolher estes de forma criteriosa, (...)</u> ”	1.2
EC1		
EC2		



Questão 2 - Quais considera ser as principais limitações do MOPREVIS?		
Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
A1	• “A fraca qualidade dos dados (dados em falta, imprecisões de alguns campos do BEAV e de algumas coordenadas geográficas);	2.1
	• “Pouca abertura da ANSR para trabalhar com entidades externas, juntamente com a muito a tardia atualização dos dados das vítimas a 30 dias e do álcool”;	2.2
	• “Não existência/disponibilização de informação sobre variáveis muito importantes, como a intensidade de tráfego, as velocidades dos veículos, dados atmosféricos, parque automóvel e características dos condutores”;	2.3
	• “No fundo, a não existência de uma rede com as várias entidades intervenientes na produção de dados (eventualmente incluindo também seguradoras, hospitais, medicina legal, entre outros)”.	2.4
A2	• “Especialização num único distrito”;	2.7
	• “Não ter dados relativos ao trânsito”;	2.3
	• “A baixa frequência e a qualidade dos dados recebidos dos parceiros”;	2.1
	• “Os mecanismos disponibilizados para o envio dos dados”.	2.4
A3	• “A dificuldade em obter dados fidedignos”;	2.1
	• “A dificuldade de comunicação entre as instituições participantes”;	2.4
A4	• “A maior limitação não é técnica nem tecnológica, é de cultura organizacional e de desconhecimento sobre a matéria, quer na GNR quer em outras organizações nacionais com responsabilidades na produção de políticas públicas de Segurança Rodoviária”;	2.5
	• “De acrescentar ainda o pouco rigor nos dados recolhidos nos acidentes de viação, sendo que estes serão enformadores das medidas tomadas pelas autoridades aos diversos níveis de decisão”;	2.1
	• “Também o não disponibilizar os dados em tempo”.	2.2
B1	• “De acordo com a experiência que fui adquirindo ao longo deste projeto, tal como em todas as áreas em que se pretenda fazer uma análise correta, temos que possuir dados completamente fiáveis, e este foi o problema inicial (...)”;	2.1
	• “Como opinião muito pessoal, e correndo o risco de ser bastante criticado sobre estas palavras, a principal limitação do MOPREVIS está na cabeça de muitos dos nossos militares (desde Guardas a Oficiais) e nas pessoas que pertencem as mais variadas entidades que estão diretamente relacionadas a este tema da sinistralidade”;	2.5
B2	• “A principal limitação do MOPREVIS resulta da qualidade e fiabilidade dos dados obtidos. Estes dados, recolhidos por vários indivíduos e várias instituições, tratados de formas dispare, e/ou de forma pouco criteriosa, podem contribuir, decisivamente para a ocorrência de desvios”.	2.1
B3	• “A principal limitação terá a ver com os meios, isto é, não é viável alocar meios para um local durante algum tempo em que apenas devem estar presentes”.	2.6
B4	• “O facto do MOPREVIS não integrar a catalogação dos condutores, atualmente, segundo o SRIC/ANSR dos mesmos, mormente aqueles que mais infrações praticam são suscetíveis, probabilisticamente de serem causadores de acidentes de viação”;	2.3
	• “(...) e ainda apenas contemplar os acidentes ocorridos graves, e não contemplar aqueles em que resultam violações grosseiras das regras de trânsito suscetíveis de integrar os crimes de condução perigosa de veículo rodoviário (...)”	
C1		



C2

Questão 3 - Que resultados obteve o MOPREVIS nos testes efetuados?		
Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
A1	<ul style="list-style-type: none"> “(…) é possível perceber que no apoio à tomada de decisão a ferramenta permite, facilitar a decisão dos principais destaques a fazer às patrulhas quando as mesmas se apresentam.”; “Alguns militares acabavam por indicar que a ferramenta teria sinalizado locais críticos onde mais tarde se verificaram acidentes, ainda que os mesmos não estivessem presentes naquele local”; 	3.1
	<ul style="list-style-type: none"> “Em termos estatísticos nas 4 vias para as quais foi concebido um modelo preditivo (N4, N10, IC1 e PVG+A33) os resultados da validação em 2022, com base nos dados de treino de 2016 a 2021 (excluindo o período da pandemia) deu resultados bastante bons, com sensibilidades (prever corretamente o acidente) para alguns casos acima dos 80%. Já foi possível avançar com um modelo para predição de acidentes com vítimas para a N10 obteve-se 88,8% de sensibilidade e uma capacidade discriminativa AUC=0.88”. 	3.2
A2	<ul style="list-style-type: none"> “Os modelos criados para as estradas selecionadas demonstraram uma elevada taxa de acerto. Além disso, a ferramenta digital criada teve uma excelente receção por parte do grupo de elementos da GNR que participou na experimentação da mesma”. 	3.2
A3	<ul style="list-style-type: none"> O entrevistado não respondeu. 	
A4	<ul style="list-style-type: none"> “Os resultados foram ao longo dos anos do Projeto apresentados através de publicações em artigos científicos e numa publicação final, bem como num Seminário na Universidade de Évora, designadamente no que se refere à predição em algumas das vias”. 	3.2
B1	<ul style="list-style-type: none"> “(…) se fomos analisar os números da sinistralidade no distrito de Setúbal aquando do início d projeto e os compararmos com os números atuais, em que o MOPREVIS contribuiu de forma bastante importante para a orientação do nosso esforço”. 	3.1
B2	<ul style="list-style-type: none"> O entrevistado não respondeu. 	
B3	<ul style="list-style-type: none"> “(…) nesta fase apenas foram as patrulhas informadas dos locais críticos e, assim, dos locais aos quais devem prestar especial atenção durante o patrulhamento” 	3.1
B4	<ul style="list-style-type: none"> “Com o MOPREVIS foi possível utilizar os seus dados para perceber os locais em que provavelmente ocorreriam mais acidentes de viação, no entanto implicou sempre uma análise posterior ao local do sinistro para perceber de que forma o sinistro ocorreu (…)” 	3.1 3.2
C1		
C2		
Questão 4 - Quais as alterações necessárias efetuar no MOPREVIS para aplicação a toda a ZA da GNR em toda a zona de ação?		
Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
A1	<ul style="list-style-type: none"> “Vários dos fatores determinantes da ocorrência e gravidade de acidentes de viação (via, intervenientes, veículos) variam com a região, havendo naturalmente necessidade de realizar estudos explicativos, criar e/ou adaptar as abordagens usadas no distrito de Setúbal”; 	4.1
	<ul style="list-style-type: none"> “(…) deveria haver um período que permitisse a recolha de informação de variáveis importantes e para as quais não existe informação, como foi referido na alínea 3 do ponto 2)”; 	4.2
		4.3



	<ul style="list-style-type: none"> • “É importante desenvolver meios para a medição de variáveis importantes no estudo desta problemática e na capacitação e sensibilização dos vários intervenientes com responsabilidades técnicas, sociais e políticas”. 	
A2	• “Parceria para obter informação de trânsito”;	4.2
	• “Automatização da validação dos dados”;	4.5
	• “Melhoria do processo de fluxo dos dados”.	
A3	• “Melhoria no processo de registo de informação”;	4.5
	• “Entendimento multifatorial dos acidentes com novas variáveis”	4.2
A4	• “Adequar o instrumento para evoluir de uma realidade de um distrito para o todo nacional que implicará não só uma dimensão técnica relevante, mas também, e em especial, de incremento de recursos humanos habilitados a empenhar no Projeto”.	4.1
		4.5
		4.2
		4.4
B1		
B2		
B3		
B4		
C1		
C2		

Questão 5 - Quais as condições necessárias garantir/fornecer por parte da GNR para implementar o MOPREVIS em toda a zona de ação?

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
A1	<ul style="list-style-type: none"> • “Existe um desconhecimento e falta de confiança quanto ao rigor e qualidade dos dados que, com base na amostra que se tem para o distrito de Setúbal, provavelmente não será boa, a que se acrescenta o facto de as coordenadas geográficas dos acidentes de viação do distrito de Setúbal terem sido totalmente validadas pelo Comando Territorial daquele distrito, realidade que sabemos não ser comum à maioria dos Comandos Territoriais. Portanto, os dados históricos deveriam ser validados e, em particular, todas as coordenadas dos acidentes com vítimas”; • “Haver um compromisso de uma atualização dos dados dos acidentes quase em tempo real”; • “Garantir o rigor na recolha dos dados dos futuros acidentes”; • “Conseguir junto das entidades produtoras de dados a colaboração no fornecimento dos dados complementares aos recolhidos pela GNR (atmosféricos, via, tráfego, ...) e uma colaboração da ANSR na atualização dos dados das vítimas a 30 dias”. 	5.1
		5.2
		5.3
		5.4
A2	<ul style="list-style-type: none"> • “Principalmente condições humanas, ou seja, criação de um grupo de trabalho que apoie na implementação das medidas propostas no item anterior referentes aos dados, nomeadamente na validação/uniformização dos dados dos acidentes, assim como na criação de mecanismos para a garantir um fluxo regular, automático e seguro de tais dados. Alguns elementos desse grupo acompanhariam de perto a evolução da implementação”. 	5.5
		5.1
		5.2
		5.3
A3	<ul style="list-style-type: none"> • “Melhoria nos dados”; • “Bom interface com as equipas no terreno” 	5.1
		5.3



	• <u>“Bom interface com as chefias”</u> .	5.5
A4	• “Importará garantir uma boa divulgação e sensibilizar o efetivo para a importância da obtenção dos dados com rigor e a relevância que esta ação inicial tem para o sucesso do instrumento e para a Segurança Rodoviária”.	5.1 5.3
B1	• “A única condição para o MOPREVIS ser implementado em toda a ZA da GNR, é a <u>extrapolação dos dados da sinistralidade da GNR de Setúbal para os dados de toda a GNR</u> ”.	5.1 5.3
B2	• “Sempre os dados. <u>Sem conjuntos de dados estruturados e instruídos, será quase impossível obter todos os benefícios da IA. Os dados são fundamentais para a implementação do MOPREVIS na GNR, importa perceber se estes são lançados de forma correcta, exata e uniforme</u> ”.	5.1 5.3
	• “ <u>A atualização dos parâmetros de predição</u> afigura-se fundamental para o correto funcionamento da ferramenta digital a colocar à disposição da tomada de decisão”.	5.2
B3	• “Penso que seria apenas necessário garantir alguma a existência de computadores nas patrulhas, o que já acontece com os Destacamentos de Trânsito”.	5.2
B4	• “Em primeiro lugar a <u>centralização dos dados</u> fornecidos pelo projeto, mormente, na Direção de Informações, em conjunto com a DTSR, de forma a analisar o fenómeno com um olhar macro (...);	5.6
	• “Por fim, o acesso a dados por parte da ANSR, mormente do RIC ou meramente do SCoT, a fim de conseguir catalogar os condutores por <u>área geográfica e probabilística da ocorrência de acidentes. No que tange a dados de acidentes, resolver-se ia de forma simples com a migração interoperável entre o SIIOPP e o MOPREVIS, sendo o segundo como a exportação dos dados obtidos do SIIOPP (...)</u> ”.	5.4 5.2
C1		
C2		

Questão 6 - Quais as condições necessárias garantir/fornecer por parte da GNR para alimentar e utilizar, eficientemente e eficazmente o MOPREVIS em toda a zona de ação?

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
A1	• <u>“Esta questão está diretamente relacionada com a anterior e já respondi no ponto anterior”</u> ;	6.1 6.2 6.3
A2	• <u>“Apoio na aplicação da ferramenta digital no terreno.</u> Nomeadamente, identificando os diferentes perfis de uso da ferramenta, e consequentemente as funcionalidades/valências dos mesmos. <u>Apoio na capacitação dos operacionais para cada um dos perfis identificados.</u> Apoio na monitorização de uso da ferramenta, nomeadamente em termos de relatório de erros assim como em termos de novos requisitos”.	6.4 6.5
A3	• <u>“Melhoria nos dados”</u> • <u>“Bom interface com as equipas no terreno”</u> • <u>“Bom interface com as chefias”</u> .	6.3 6.4 6.5
A4	• <u>“Uma política de rigor na produção dos dados dos acidentes de viação”</u> . • <u>“A qualidade dos dados deverá merecer toda a atenção parte do Comando da Guarda”</u> .	6.3



B1	<ul style="list-style-type: none"> • “Alteração do modelo do BSR, para que <u>os dados recolhidos tenham uma maior objetividade</u> e de fácil preenchimento, não ficando sujeitos à discricionariedade que o militar que preenche este boletim possa ter”. 	6.3
B2	<ul style="list-style-type: none"> • “Alteração do modelo do BSR, para que <u>os dados recolhidos tenham uma maior objetividade</u> e de fácil preenchimento, não ficando sujeitos à discricionariedade que o militar que preenche este boletim possa ter”. 	6.3
B3	<ul style="list-style-type: none"> • “O <u>acesso direto aos dados da sinistralidade</u>. Possivelmente através de um perfil especial que filtre os dados pessoais, mas permita aceder às estatísticas”. 	6.2
B4	<ul style="list-style-type: none"> • “<u>Tornar interoperável o SIIOPP, e o SCoT de forma a alimentar o MOPREVIS</u>, de forma conjunta com todos os atores a caminhar para o mesmo fim, mormente a prevenção de acidentes. Ao alcance da GNR, está a interoperabilidade com o SIIOPP facilmente alcançável, se isso for uma prioridade e objetivo estratégico”. 	6.2
C1		
C2		

Questão 7 - Quanto tempo estima que seria necessário para a implementação e funcionamento em pleno da ferramenta?

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
A1	<ul style="list-style-type: none"> • “Para as principais vias das 5 regiões de maior risco penso que <u>uns 3 anos e extensão para os restantes mais 2 anos</u>”; 	7.1
A2	<ul style="list-style-type: none"> • “Cerca de <u>2 anos</u>”; 	7.2
A3	<ul style="list-style-type: none"> • “Da <u>parte científica um ano</u>”; 	7.3
A4	<ul style="list-style-type: none"> • “O entrevistado referiu não possuir informação”. 	
B1		
B2		
B3		
B4		
C1		
C2		

Questão 8 - Considera existir algum tipo de impacto positivo decorrente da implementação do MOPREVIS na atividade operacional da GNR? Porquê?

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
A1		
A2		
A3		
A4		
B1	<ul style="list-style-type: none"> • “<u>Permite utilizar os parques meios existentes, sejam humanos ou materiais, de uma forma mais eficiente</u> para se trabalhar na prevenção, pois permite-nos identificar, com elevada precisão, as zonas/troços mais problemáticos (...)”. 	8.1



B2	<ul style="list-style-type: none"> • “Destaca-se logo a (boa) gestão e aplicação dos meios operacionais no terreno, (...) do tratamento dos dados resulta evidente benefício para a atividade operacional da Guarda, permitindo não só traçar o perfil dos intervenientes, bem como identificar os segmentos de estrada em que ocorrências, relativas à sinistralidade grave, sejam mais prováveis de ocorrer, num determinado período temporal, obtendo-se assim um robusto apoio à tomada de decisão em tempo real,” 	8.1 8.3 8.2
B3	<ul style="list-style-type: none"> • “Penso que sim, até porque todos os mecanismos que possam auxiliar à tomada da decisão são benéficos”. 	8.2
B4	<ul style="list-style-type: none"> • “A implementação do MOPREVIS em toda a zona de ação da GNR resultaria num impacto positivo, mormente com uma evolução da estratégia, tática e técnica utilizadas pela Guarda para a prevenção de acidentes de viação”; • “(...) poder concretamente atuar sobre os locais onde ocorrem os sinistros, com um grau de certeza relativo permite direcionar o empenhamento dos meios e escolher estes de forma criteriosa (...)” 	8.4 8.2 8.1
C1	<ul style="list-style-type: none"> • “A implementação do MOPREVIS, ou de qualquer outra ferramenta de modelação e predição de acidentes rodoviários, poderá contribuir para um melhor emprego dos recursos associados ao patrulhamento e à fiscalização rodoviária”. 	8.1
C2	<ul style="list-style-type: none"> • “A implementação do MOPREVIS em toda a zona de ação da GNR resultaria num impacto positivo, mormente com uma evolução da estratégia, tática e técnica utilizadas pela Guarda para a prevenção de acidentes de viação”; • “(...) podendo concretamente atuar sobre os locais onde ocorrem os sinistros, com um grau de certeza relativo permite direcionar o empenhamento dos meios e escolher estes de forma criteriosa, podendo inclusive se chegar à conclusão de que os rácios de efetivo poderão ser suficientes (...)”. 	8.4 8.2 8.1

Questão 9 - Considera existir algum tipo de impacto negativo na implementação do MOPREVIS na atividade operacional da GNR? Porquê?		
Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
A1		
A2		
A3		
A4		
B1	<ul style="list-style-type: none"> • “Até ao momento não (...); • “ (...) todos nós achamos que os acidentes ocorrem em determinados locais e por determinados motivos, ora o que o MOPREVIS traz é a base científica a tudo isto (...)”; 	9.1
B2	<ul style="list-style-type: none"> • “A implementação do MOPREVIS é suscetível de afetar negativamente a atividade operacional da GNR de duas formas distintas, por um lado a afetação de recursos humanos para tratar, e lançar os dados, a uma escala nacional (...)”; • “(...) a implementação de uma ferramenta de IA, alimentada por dados sem fiabilidade, e conseqüentemente, criando desvios nos parâmetros da predição, poderá levar à afetação de meios em locais, por forma a que se tornem ineficazes” 	9.2
B3	<ul style="list-style-type: none"> • “Penso que não”. 	9.1
B4	<ul style="list-style-type: none"> • “O policiamento de qualquer índole que seja quando orientado pelas informações, devidamente analisadas, resulta numa gestão eficiente e criteriosa, com resultados práticos nas medidas que estiverem ao alcance da Guarda”. 	9.1



C1	<ul style="list-style-type: none"> “(…) há que referir que a sua implementação <u>poderá condicionar a decisão, no que diz respeito ao balanceamento e gestão dos recursos para um determinado local, onde se pretenda exercer ações de patrulhamento ou de fiscalização rodoviária, direcionadas para um objetivo específico.</u>” 	9.3
C2	<ul style="list-style-type: none"> “<u>Não, muito pelo contrário (…)</u>”; “<u>Importa referir que adquirir o conhecimento da probabilidade de ocorrência de acidentes de viação, de forma quase automática, resulta em tempo e recursos disponíveis para a análise do método de prevenção do acidente</u>”. 	9.1

Questão 10 - Em que outras áreas da missão da Guarda poderão ser utilizados modelos de predição baseados em inteligência artificial (similares ao MOPREVIS), e porquê?

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
A1	<ul style="list-style-type: none"> “<u>Pode perfeitamente ser adaptada à abordagem à predição de crimes e/ou riscos de diversa natureza</u>”; 	10.1
A2	<ul style="list-style-type: none"> “<u>Uma abordagem/metodologia semelhante poderia ser utilizada, por exemplo, na predição de outros eventos como crimes (de diversas tipologias)</u>”; 	10.1
A3	<ul style="list-style-type: none"> “<u>Criminologia;</u> “<u>Ambiente;</u>” 	10.1 10.2
A4	<ul style="list-style-type: none"> “<u>Esta metodologia poderá ser aplicada as principais áreas de natureza preventiva, designadamente no crime e incêndios rurais</u>”; 	10.1 10.2
B1	<ul style="list-style-type: none"> “<u>(…) esta ferramenta pode ser utilizada em qualquer outra área que trabalhe com o mesmo tipo de dados, por exemplo em determinados tipos de criminalidade ou em algumas tipologias de ocorrências</u>”; “<u>A IA e os modelos de predição podem ser adaptados/utilizados à missão da Guarda, desde logo no âmbito do policiamento preditivo, aplicado ao patrulhamento, no que concerne à prevenção e combate à criminalidade (…)</u>”; 	10.1
B2	<ul style="list-style-type: none"> “<u>Também a Análise, aplicada às informações e investigação criminal, poderá obter benefícios da aplicação da IA (…)</u>”; “<u>(…) a possibilidade de garantir uma Ação sobre o transporte de mercadorias ilegais, bem como o tráfico de seres humanos, usando os recursos de IA para identificar, por exemplo, contentores com maior probabilidade de serem usados para o tráfico humano e transporte de mercadorias ilegais</u>”. 	10.1 10.3
B3	<ul style="list-style-type: none"> “<u>(…) o próximo passo seria evoluir para a realidade criminal exatamente pelos mesmos benefícios apontados ao sistema MOPREVIS, um auxílio na tomada da decisão dos locais aos quais deve ser prestada mais atenção</u>”. “<u>No que concerne à criminalidade, desde a violenta e grave, a violência doméstica e os frutos, independentemente da natureza, surgem como de extrema pertinência. Poderia ainda ser utilizado para determinados fenómenos concretos, que concorrem para a sinistralidade rodoviária, como é o caso da ocupação ilegal da via pública para práticas ilegais de corridas de veículos, onde catalogando os locais, os veículos, os residentes e as ocorrências (…)</u>” 	10.1 10.4
C1	<ul style="list-style-type: none"> “<u>Os modelos preditivos baseados em inteligência artificial poderão ter inúmeras aplicabilidades. No caso da Guarda, para além da sinistralidade, podem ser usados para antecipar, prever e responder à criminalidade em geral, à ocorrência de incêndios florestais, à deteção de infrações de natureza contraordenacional, etc.</u>”; 	10.1 10.2 10.4



C2	<ul style="list-style-type: none"> “No que concerne à criminalidade, desde a violenta e grave, a violência doméstica e os frutos, independentemente da natureza, surge como de extrema pertinência. Poderia ainda ser utilizado para determinados fenómenos concretos, que concorrem para a sinistralidade rodoviária, como é o caso da ocupação ilegal da via pública para práticas ilegais de corridas de veículos, onde catalogando os locais, os veículos, os residentes e as ocorrências (...)”. 	10.1
		10.4

Questão 11 - Considera existirem condições para um eventual projeto em colaboração com FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia) e Universidade de Évora, para o estudo e implementação do MOPREVIS em toda a zona de ação da GNR?

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
A1	<ul style="list-style-type: none"> “Tudo depende da FCT, mas o financiamento necessário ultrapassará em muito o valor do MOPREVIS, pois serão necessários vários bolsheiros durante um maior período, também é necessário renovação de todo o equipamento por um mais recente e potente e o valor para missões (deslocações e campanhas de sensibilização) dos elementos da equipa de investigação também seriam maiores”. 	11.1
A2	<ul style="list-style-type: none"> “Tendo em conta os resultados obtidos, a equipa existente e o know-how adquirido, existem excelentes condições para estender o estudo e implementação a toda a zona de ação da GNR”. 	11.2
A3	<ul style="list-style-type: none"> “Sim”. 	11.2
A4	<ul style="list-style-type: none"> “Desconheço as intenções do Comando da GNR e da Universidade de Évora. Tal cooperação ficará igualmente dependente da abertura de projetos financiados pela FCT que se adequem ao pretendido”. 	11.1
B1		
B2		
B3		
B4		
C1		
C2		

Questão 12 - Considera viável e oportuna a avaliação do MOPREVIS e uma eventual implementação em toda a sua zona de ação da GNR?

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
A1		
A2		
A3		
A4		
B1		
B2		
B3		
B4		



C1	<ul style="list-style-type: none"> • “A avaliação do MOPREVIS, tendo por base a realidade de um distrito, é muito redutora. Para uma avaliação mais rigorosa seria importante alargar o projeto a outros distritos, com elevados índices de sinistralidade rodoviária”. • “Por outro lado, há, ainda, que considerar que este modelo apenas tem por base a informação recolhida dos Boletins Estatísticos de Acidente de Viação, carecendo de outros indicadores que deverão ser considerados na predição de acidentes, como sendo a influência do tráfego, tipo de deslocação efetuada, etc.”. 	12.1
C2	<ul style="list-style-type: none"> • “Parece ser uma solução extremamente oportuna, podendo ainda inferir que a prevenção da sinistralidade rodoviária tem vários atores intervenientes, pelo que, o seu alargamento deveria ser de âmbito nacional, em razão dos responsáveis pela prevenção, mas também pelo facto de o tráfego rodoviário não deve ficar circunscrito a áreas territoriais” 	12.1

Questão 13 - Como alto responsável pela estratégia da Guarda no âmbito da segurança rodoviária, qual considera ser a relevância da implementação de uma ferramenta como o MOPREVIS no combate à sinistralidade rodoviária?

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
A1		
A2		
A3		
A4		
B1		
B2		
B3		
B4		
C1	<ul style="list-style-type: none"> • “As ferramentas de modelação que permitem contribuir para a previsão de ocorrência de acidentes rodoviários são, sem dúvida, uma <u>mais-valia</u>, na medida em que permitem determinar tanto a frequência de acidentes como o seu grau de gravidade”; • “Neste sentido, a implementação do projeto MOPREVIS, que tem o referido desiderato, poderá ser relevante, desde que permita retirar conclusões que habilitem a um planeamento mais eficiente das ações de patrulhamento e de fiscalização de âmbito rodoviário”. 	13.1
C2	<ul style="list-style-type: none"> • “A redução da sinistralidade rodoviária é um dos objetivos estratégicos da Guarda, na qual a Unidade Nacional de Trânsito assume um papel preponderante, na procura continua de soluções eficazes e eficientes, e também inovadoras. A implementação de uma ferramenta que permita prever a ocorrência de acidentes de viação, é de extrema relevância, permitindo efetuar uma gestão criteriosa dos meios disponíveis, sejam eles humanos ou materiais, ou eventual de proposta de melhoria da via em questão”. 	13.1

Questão 14 - Outros comentários e/ou contributos que considere oportunos para os objetivos da investigação

Entrevistado	Síntese dos Comentários ou Contributos
A1	• O entrevistado não referiu qualquer comentário
A2	• O entrevistado não referiu qualquer comentário
A3	• O entrevistado não referiu qualquer comentário



A4	<ul style="list-style-type: none">• O MOPREVIS foi o primeiro projeto financiado pela FCT no qual a GNR participou;• O MOPREVIS permite dotar a GNR com um instrumento que lhe permite com recurso à Ciência reduzir a sinistralidade rodoviária e assim produzir Segurança Rodoviária.
B1	<ul style="list-style-type: none">• No dia de hoje o MOPREVIS pode ser uma solução eficaz para a diminuição da sinistralidade e desta pandemia que é a mortalidade na estrada;• Existe a necessidade de uma mudança de mentalidade, uma abertura para possíveis novas soluções para a sinistralidade rodoviária.• Continuando a adotar as mesmas medidas que têm sido adotadas nas últimas décadas não devemos esperar alcançar resultados diferentes.
B2	<ul style="list-style-type: none">• Importa insistir na qualidade dos dados. Esta dimensão torna-se ainda mais expressiva no que diz respeito aos dados gerados pela sinistralidade grave investigada. A investigação criminal em acidente de viação da Guarda encontra-se estagnada tecnicamente, no que diz respeito à análise dos dados gerados pela atuação dos condutores nos veículos.• Outra dimensão de dados, no que concerne às vias e infraestruturas, e que não se encontram disponíveis, ou são escassos, que se afiguram determinantes para a predição da sinistralidade grave, dizem respeito ao, inexistente, monitoramento do tráfego diário, que se mostra importante em modelos preditivos, não existindo informação sobre densidade de tráfego, velocidade média ou índice de congestionamento, em tempo real.
B3	<ul style="list-style-type: none">• Seria importante perceber de que modo a presença da guarda afeta, ou não, a ocorrência de acidentes de viação.
B4	<ul style="list-style-type: none">• Conseguir prever com um grau de certeza considerável com o mínimo de recursos humanos afetos à tarefa de análise de informação policial em ambiente rodoviário é um passo de enorme relevância no combate à sinistralidade rodoviária.• Será necessário direcionar os recursos que daí resultarem para a análise do método que vai ser utilizado para prevenir os sinistros nos segmentos identificados, podendo por vezes o patrulhamento, o controlo de velocidade ou repressão através da fiscalização não ser suficiente, sendo sim necessário a intervenção de outros atores que terão essa responsabilidade.
C1	<ul style="list-style-type: none">• Importa analisar qual a influência das ações de patrulhamento e de fiscalização rodoviária na prevenção da ocorrência de acidentes.• Reconhecem-se as mais valias do projeto, no entanto, deverá este recorrer a outras fontes que não apenas os Boletins Estatísticos de Acidentes de Viação, sob pena de as conclusões resultantes serem genéricas e pouco objetivas, não servindo o interesse coletivo.• Um projeto desta natureza deverá ter uma perspetiva integrada e abrangente, não representando uma realidade local, porquanto a sinistralidade rodoviária se constitui uma problemática transversal.
C2	<ul style="list-style-type: none">• Conseguir prever com um grau de certeza considerável com o mínimo de recursos humanos afetos à tarefa de análise de informação policial em ambiente rodoviário é um passo de enorme relevância no combate à sinistralidade rodoviária.• Será necessário direcionar os recursos que daí resultarem para a análise do método que vai ser utilizado para prevenir os sinistros nos segmentos identificados, podendo por vezes o patrulhamento, o controlo de velocidade ou repressão através da fiscalização não ser suficiente, sendo sim necessário a intervenção de outros atores que terão essa responsabilidade.



Apêndice F — Corpo do Questionário

Disponível através do *quick response code* que se encontra em baixo ou através do seguinte *link* <https://forms.gle/d6SE8x5Ysa2aDCW1A>.

