



Sistemas de apoio ao condutor e à condução autónoma: estado da tecnologia e elaboração de conteúdos para formação

JOÃO PEDRO DIAS NOGUEIRA

julho de 2021

SISTEMAS DE APOIO AO CONDUTOR E À CONDUÇÃO AUTÓNOMA: ESTADO DA TECNOLOGIA E ELABORAÇÃO DE CONTEÚDOS PARA FORMAÇÃO

João Pedro Dias Nogueira



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Área de Especialização em Automação e Sistemas

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2021

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: João Pedro Dias Nogueira, N° 1160927, 1160927@isep.ipp.pt

Orientação científica: Mário Jorge de Andrade Ferreira Alves, mjf@isep.ipp.pt



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Área de Especialização em Automação e Sistemas

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

22 de julho de 2021

Agradecimentos

Na realização deste projeto contei com o apoio direto e indireto de múltiplas pessoas, às quais gostava de expressar o meu agradecimento:

- Ao orientador deste projeto o Professor Mário Alves gostaria de agradecer pela sua contribuição com ideias, dicas, disponibilidade e pela revisão dos conteúdos desenvolvidos, que se revelaram fundamentais ao desenvolvimento deste projeto;
- À minha irmã, investigadora no INESC-TEC, Ana Rita Nogueira, agradeço pelo seu apoio, partilha de experiência crítica e pelo auxílio na revisão dos ficheiros desenvolvidos.
- Ao meu pai Domingos Nogueira, gostaria de agradecer pelo aconselhamento enquanto pessoa mais experiente na área informática, quer com ideias quer pela ajuda na revisão do *e-book*, que se revelou fundamental para o seu aperfeiçoamento.
- Ao meu colega de faculdade e amigo João Leite, agradeço pela partilha de um ponto de vista ligado à mecânica e totalmente diferente do meu, que complementou o projeto, mais concretamente o *e-book*.
- À minha namorada Ana Rita Torres, agradeço pelo apoio constante, quer emocional quer no fornecimento de ideias e pela sua disponibilidade e ajuda na revisão dos conteúdos.

Resumo

Os ADAS são sistemas que auxiliam o condutor e a condução de cada veículo, aumentando o conforto e a segurança de condução. A implementação destes sistemas promete reduzir o número de erros humanos na condução e, conseqüentemente, o número de acidentes causados por estes. No entanto, e devido a esta ser uma área em constante desenvolvimento, é difícil encontrar material pedagógico atualizado sobre estas matérias/tecnologias. Através da criação de um *e-book* e de um guião prático laboratorial, este projeto pretende fornecer um estudo de estado da arte atualizado e organizado, para formação.

Palavras-Chave

Sistemas de auxílio ao condutor (ADAS – *Advanced Driver Assistance Systems*), Condução Autónoma, Níveis de Automação na Condução, segurança automóvel, segurança ativa, segurança passiva, segurança primária, segurança secundária, segurança terciária.

Abstract

The term ADAS stands for “Advanced Driver Assistance Systems” and is becoming mainstream in every new road vehicle. ADAS assist the driver and improves on safety and comfort, enabling to reduce the number of human errors and, consequently, the number of accidents. However, due to the massive adoption and emergence of new ADAS, it is difficult to find organized and updated pedagogical content around this topic/technology. This Thesis aimed at carrying out a state-of-the-art analysis on ADAS and the elaboration of an e-Book for students to get rapidly into this domain. Additionally, a lab script on popular ADAS applications for mobile platforms (smartphones, tablets) has been conceived, enabling a more immersive and funnier experience of road-signs detection dashboard and driver’s attitude monitoring ADAS.

Keywords

Driver Assistance Systems (ADAS - Advanced Driver Assistance Systems), Autonomous Driving, Driving Automation Levels, Automotive Safety, Active Safety, Passive Safety, Primary Safety, Secondary Safety, Tertiary Safety.

Résumé

Le terme ADAS signifie « Advanced Driver Assistance Systems » et devient courant dans chaque nouveau véhicule routier. L'ADAS assiste le conducteur et améliore la sécurité et le confort, permettant de réduire le nombre d'erreurs humaines et, par conséquent, le nombre d'accidents. Cependant, en raison de l'adoption massive et de l'émergence de nouveaux ADAS, il est difficile de trouver un contenu pédagogique organisé et mis à jour autour de ce sujet/de cette technologie. Cette thèse visait à effectuer une analyse de l'état de l'art sur ADAS et l'élaboration d'un e-Book permettant aux étudiants de se familiariser rapidement avec ce domaine. De plus, un script de laboratoire sur les applications ADAS populaires pour les plates-formes mobiles (smartphones, tablettes) a été conçu, permettant une expérience plus immersive et plus amusante du tableau de bord de détection des panneaux de signalisation et de surveillance de l'attitude du conducteur ADAS.

Mots-clés

Systèmes d'aide à la conduite (ADAS - Advanced Driver Assistance Systems), conduite autonome, niveaux d'automatisation de la conduite, sécurité automobile, sécurité active, sécurité passive, sécurité primaire, sécurité secondaire, sécurité tertiaire.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
RESUME	VII
ÍNDICE	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
ACRÓNIMOS	XV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. MOTIVAÇÃO	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.4. CONTRIBUIÇÕES	3
1.5. CALENDARIZAÇÃO	3
1.6. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	4
2. ESTADO DA ARTE	5
2.1. HISTÓRIA	5
2.2. SEGURANÇA	5
2.3. SEGURANÇA PASSIVA	13
2.4. ADAS EXISTENTES	15
3. DESENVOLVIMENTO DO <i>E-BOOK</i>	23
3.1. FORMATOS E APLICAÇÕES DE DESENVOLVIMENTO	23
3.2. FORMATO E APLICAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO	26
3.3. <i>E-BOOK</i> PRODUZIDO.....	26
4. DESENVOLVIMENTO DO GUIÃO PRÁTICO	28
4.1. APLICAÇÕES ADAS EXISTENTES	28
4.2. GUIÃO DESENVOLVIDO	41
5. CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	45
ANEXO A. <i>E-BOOK</i>	50

ANEXO B. GUIÃO PRÁTICO.....51

Índice de Figuras

Figura 1-Impacto dos ADAS na redução de acidentes.....	2
Figura 2 Fases de um acidente	6
Figura 3- Taxonomia: Exemplos de sistemas e onde se encaixam dentro da área da segurança	7
Figura 4- <i>Head-Up Display</i>	9
Figura 5-Gráfico de eficiência dos travões.....	10
Figura 6-Sistema ABS.....	11
Figura 7-Trajétoria com e sem controlo de estabilidade eletrónico	12
Figura 8-Monitor de Ângulo Morto	13
Figura 9-Sistema de Apoio de cabeça automático desenvolvido pela BMW	14
Figura 10-Níveis de automação e exemplos de sistemas	16
Figura 11-Exemplo de reconhecimento de sinais rodoviários	17
Figura 12-Sistema de monitorização do condutor.....	18
Figura 13-Sistema de estacionamento automático em atuação	19
Figura 14 - <i>Adaptive Cruise Control</i>	21
Figura 15-App <i>UGV Driver Assistant</i>	29
Figura 16-App Driver Assistance System (ADAS) – Dash Cam.....	30
Figura 17-App <i>Lane Identification Pro: Lane Detection</i> (ADAS)	31
Figura 18-App <i>aCoDriver 5</i>	32
Figura 19-App <i>Smart Dash Cam</i>	32
Figura 20-Aparência da app <i>Driver Attention Alert Lite</i>	34
Figura 21-Aparência da app <i>Sleep Alert & GPS Speedometer Car Heads</i>	35
Figura 22-App <i>Drivvo: Controlo Financeiro do condutor e veículo</i>	38
Figura 23-App <i>Euro Rescue</i>	40
Figura 24-App <i>Roadside Assistance 24 Driver</i>	41

Índice de Tabelas

Tabela 1 Calendarização do projeto	3
--	---

Acrónimos

- ABS – *Anti-Lock Braking System*
- ACC – *Adaptive Cruise Control*
- ADAS – *Advanced Driver Assistance Systems*
- DMS – *Driver Monitoring Systems*
- ECU – *Electronic Control Unit*
- HUD – *Head-up Display*
- LIDAR – *Light Detection And Ranging*
- PDF – *Portable Document Format*
- SAE – *Society of Automotive Engineers*

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo fornecer uma breve introdução e contextualização do tema e problema a abordar nesta dissertação.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Nos dias de hoje os acidentes rodoviários são, na sua maioria, causados por erros humanos tais como distrações, má condução ou até erros de decisão [1]. Neste sentido tem havido cada vez mais desenvolvimentos a nível tecnológico no ramo automóvel e caminhamos para a automatização do processo de condução dos nossos veículos. Os ADAS (*Advanced Driver Assistance Systems*) são sistemas que, como o nome indica, procuram auxiliar o condutor, automatizando e aprimorando as funções de condução [2]. Tipicamente estes sistemas recorrem a sensores e atuadores a fim de auxiliar na tarefa da condução, sendo que existem vários níveis de automação dentro dos mesmos. A implementação destes sistemas tem tido um grande impacto na redução de acidentes rodoviários, quer ligeiros, quer graves, o que contribui para uma maior proteção dos condutores, peões, animais e até bens materiais [3]. Na Figura 1 podemos ver o impacto da implementação de cada um destes sistemas no número de acidentes.

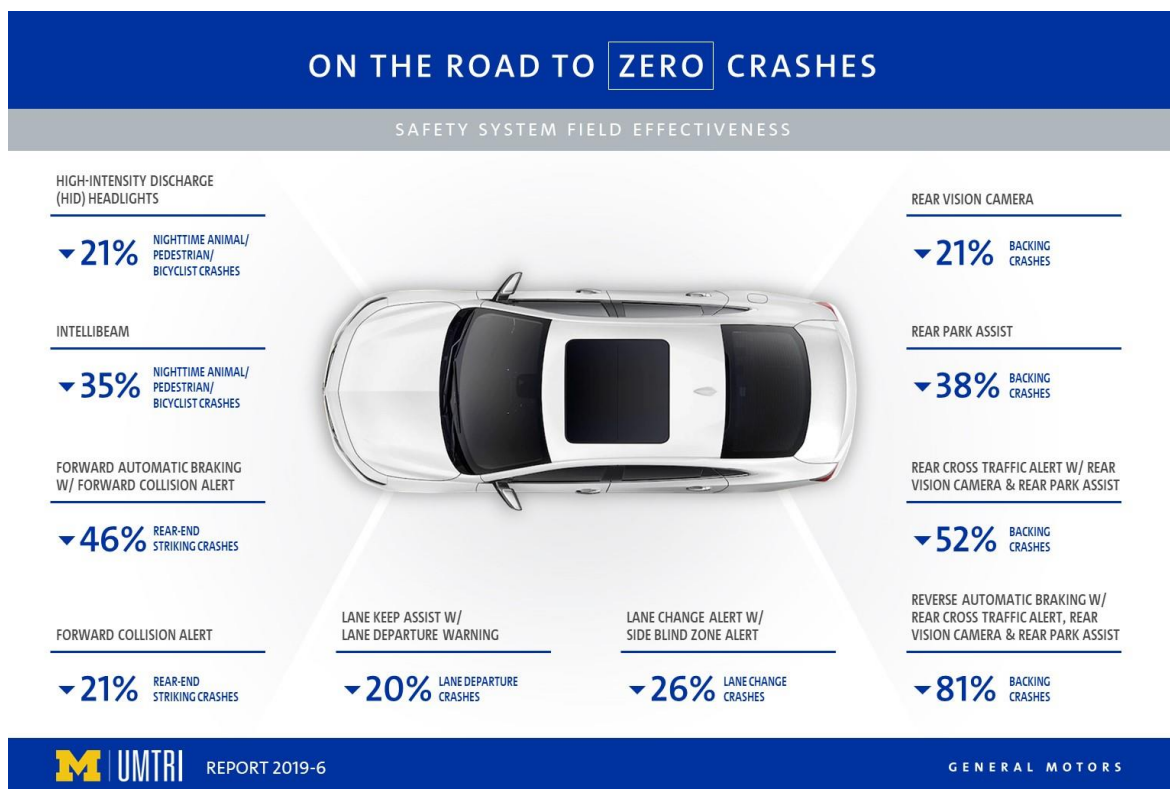


Figura 1-Impacto dos ADAS na redução de acidentes¹

Prevê-se, portanto, uma utilização cada vez maior destes sistemas, que permita a condução e navegação autónoma de veículos recorrendo a diversos sensores e atuadores controlados por uma unidade central ou remota [4].

1.2. MOTIVAÇÃO

Este trabalho surge de um desejo de estudar uma área que se encontra em grande crescimento, que é a área da automação no automóvel. Esta área tem vindo a ser dinamizada ao longo dos anos, tendo-se tornado cada vez mais parte integrante nas viaturas mais recentes, pelo que o seu estudo e aprendizagem se torna relevante para alunos que pretendam conhecer melhor a engenharia e o funcionamento do automóvel.

¹<https://www.repairedrivenews.com/2019/09/10/gm-univ-of-michigan-analysis-finds-double-digit-adas-crash-reductions/>

1.3. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivos principais a análise científico-tecnológica dos sistemas ADAS e de apoio à condução autónoma, o estudo de estado da arte e da tecnologia nesta área, a análise comparativa e informativa de tecnologias e a criação de módulos/conteúdos didáticos interativos de suporte à leção destas matérias, nomeadamente um *e-book*.

1.4. CONTRIBUIÇÕES

Esta dissertação integra as seguintes contribuições:

- um estudo de estado da arte de sistemas de segurança ativa e de apoio à condução (ADAS), incluindo a definição de uma taxonomia, com a distinção entre áreas da segurança automóvel e enquadramento das tecnologias/sistemas existentes;
- Criação de conteúdos pedagógicos para ensino sobre a área, nomeadamente a:
 - Criação de um *e-book* de suporte ao ensino/aprendizagem destas matérias;
 - Criação de um guião prático laboratorial para experimentação de aplicações ADAS para plataformas móveis (iOS e/ou Android).

1.5. CALENDARIZAÇÃO

Na Tabela 1 é possível ver como decorreu a realização deste projeto em termos de duração aproximada para cada tarefa e respetivo escalonamento.

Tabela 1 Calendarização do projeto

	Semanas																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Decisão dos objetivos	█																	
Análise e estudo inicial da área		█	█															
Taxonomia				█	█	█												
Estudo de formatos e aplicações de desenvolvimento de e-books					█	█	█	█										
Estudo de aplicações de assistência ao condutor									█	█	█	█						
Desenvolvimento do e-book											█	█	█	█	█	█	█	█
Desenvolvimento do guião prático sobre aplicações Android/Ios													█	█	█	█		
Relatório											█	█	█	█	█	█	█	█

1.6. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Este relatório segue a seguinte estrutura:

- Estado da arte: Neste capítulo é feito um breve estudo dos ADAS, onde são apresentados os conceitos fundamentais sobre segurança automóvel e alguns exemplos destes sistemas;
- e-Book: Secção onde são apresentados diversos formatos e aplicações de desenvolvimento de e-books, incluindo os que foram utilizados. O e-book criado está incluído no Anexo A.
- Guião Prático: Aqui são apresentados quatro tipos de aplicação Android/iOS que auxiliam o condutor na tarefa da condução, cada um com diversos exemplos. O guião prático laboratorial criado está incluído no Anexo B.

2. ESTADO DA ARTE

Neste capítulo será exposta uma breve história dos ADAS. Adicionalmente serão apresentados e explicados alguns exemplos de ADAS já existentes e em distribuição.

2.1. HISTÓRIA

Um dos sistemas mais antigos de assistência ao condutor são os sistemas de travagem automática (ABS), desenvolvidos para aeronaves na década de 20 para evitar que o avião derrapasse incontrolavelmente após a aterragem. Na década de 70, *Robert Bosch*, em conjunto com a *Mercedes-Benz*, deu início à ampla utilização do ABS em automóveis. Este sistema foi então utilizado por outros produtores. Outra tecnologia foi a válvula doseadora com sensor de carga, usada em meados dos anos 60. Também nos anos 50, os sistemas de alerta de velocidade ajudaram os condutores a aliviar o pedal do acelerador para reduzir a velocidade [4].

2.2. SEGURANÇA

Para um melhor entendimento dos ADAS deve-se possuir algum conhecimento sobre segurança automóvel e perceber onde estes se encaixam dentro desta secção. Quando se fala de segurança automóvel, fala-se de uma variedade de sistemas que se encontram numa viatura e que se destinam a evitar acidentes, a minimizar os danos causados por estes ou até mesmo sinalizar as unidades de emergência.

Para um melhor entendimento de como atuam os sistemas de segurança podemos observar a Figura 2. Aqui vemos como podem ser divididos os sistemas de segurança tendo em conta a fase do acidente em que estes atuam, sendo estas:

- **Informação:** fornecem informações variadas afetas à condução e/ou ao veículo;
- **Aviso:** fornecem avisos com base em informações recolhidas;

- **Pré-acidente:** preveem o acidente e ativam-se antes deste, de modo a reduzir os possíveis danos;
- **Acidente:** atuam durante o acidente de modo a reduzir os danos causados nos passageiros;
- **Pós-acidente:** atuam após o acidente para alertar e/ou auxiliar as equipas de resgate.

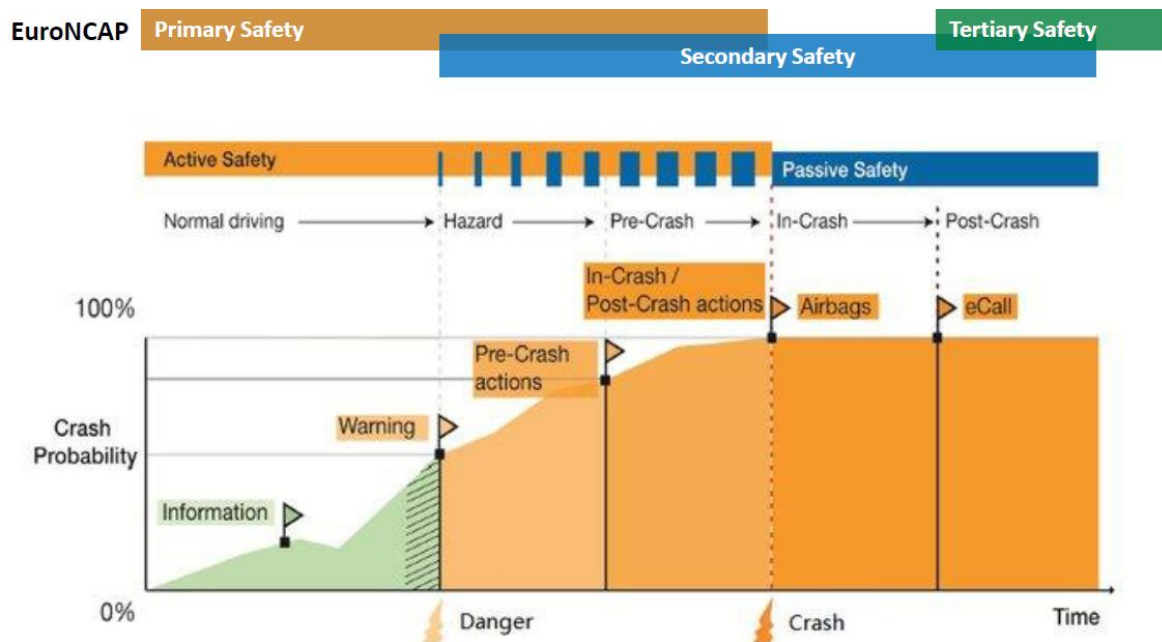


Figura 2 Fases de um acidente[5]

Seguindo a Figura 2, surge outra divisão desta área em segurança ativa (também conhecida como primária), tipicamente sistemas de informação, aviso e que atuam no pré-acidente, e segurança passiva (que por sua vez se pode dividir em segurança secundária e terciária), tipicamente sistemas que atuam durante o acidente e pós-acidente. A Figura 3 propõe uma taxonomia e uma organização das diferentes tecnologias existentes no contexto dos sistemas ADAS, de segurança passiva/ativa e de condução autónoma. Esta perspetiva permite obter uma melhor compreensão de onde se encaixam os ADAS e outros sistemas dentro da área da segurança automóvel e quais destes exemplos de sistemas contribuem ou podem vir a contribuir para a condução autónoma.

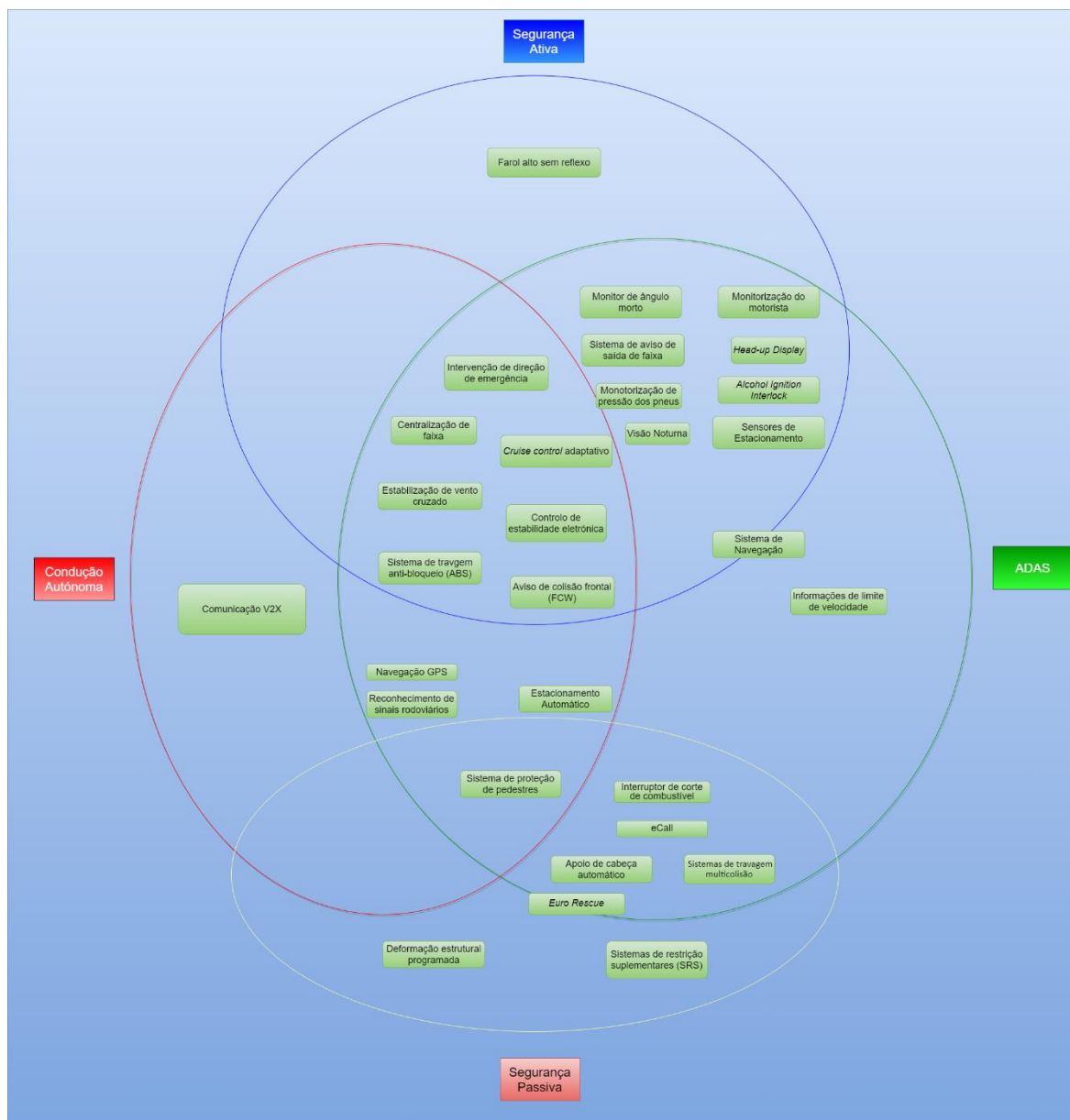


Figura 3- Taxonomia: Exemplos de sistemas e onde se encaixam dentro da área da segurança

2.2.1. SEGURANÇA ATIVA

Os sistemas que encaixam na categoria de segurança ativa, também conhecida como segurança primária, focam-se em evitar que o acidente aconteça e possíveis danos pessoais e/ou materiais que podem resultar deste [6]. Alguns destes sistemas recorrem a avisos sonoros e/ou visuais para alertar o condutor de perigo iminente, podendo tomar controlo parcial/total ou de algumas funções associadas à condução/dinâmica do veículo, de

forma a evitar o acidente. Dentro da segurança ativa, podemos encontrar 3 tipos de sistemas diferentes, de acordo com a sua orientação fundamental:

- **Conforto:** apenas fornecem conforto ao condutor na condução, mas podem intervir indiretamente na prevenção de um acidente;
- **Segurança:** têm função ativa e direta na prevenção de acidentes podendo até tomar controlo do veículo;
- **Assistência à condução:** fornecem assistência ao condutor durante as tarefas e movimentos da condução.

De modo a proporcionar uma melhor compreensão desta secção da segurança automóvel, vão ser apresentados alguns sistemas que pertencem a cada uma das categorias.

2.2.1.1. CONFORTO: *HEAD-UP DISPLAY*

O *Head-Up Display* (HUD), é um ecrã transparente que fornece informações relevantes ao condutor, e.g. velocidade, veículos detetados na imediações da viatura, etc, sem que este tenha de desviar o olhar da estrada.

Um HUD típico contém três componentes principais: uma unidade de projeção, um combinador e um computador de geração de vídeo.

- A unidade de projeção é uma configuração de colimador ótico: uma lente convexa ou espelho côncavo com um CRT (tubo de raios catódicos), *display* de díodo emissor de luz ou *display* de cristal líquido no seu foco.
- O combinador é tipicamente um pedaço de vidro plano em ângulo (um divisor de feixe), localizado diretamente na frente do condutor, que redireciona a imagem projetada de forma a ter o campo de visão e a imagem infinita projetada ao mesmo tempo.
- O computador fornece a interface entre o HUD (ou seja, a unidade de projeção) e os sistemas/dados a serem exibidos. Posteriormente, gera as imagens e simbologia a serem exibidas pela unidade de projeção.

Na Figura 4 é possível visualizar um exemplo destes sistemas.



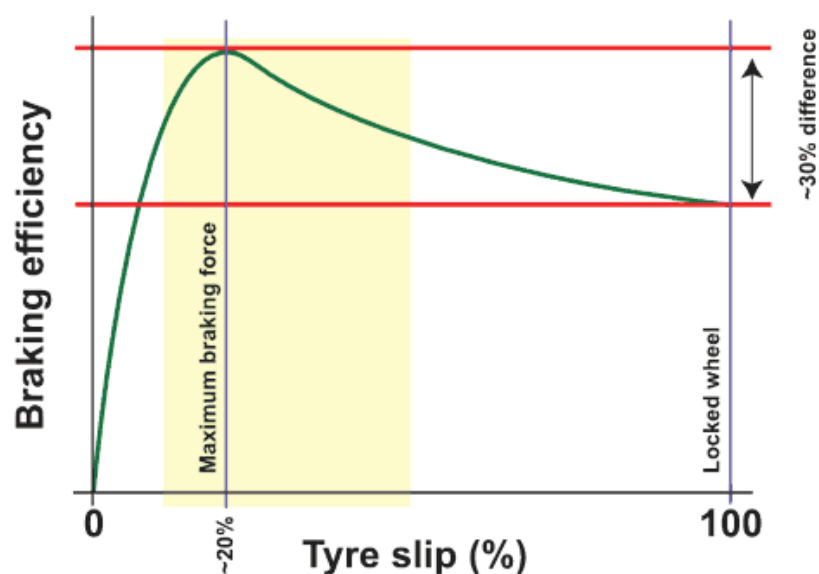
Figura 4-Head-Up Display²

2.2.1.2. SEGURANÇA: ABS

O ABS (*Anit-Lock Braking System* ou, em português, sistema de travagem anti bloqueio) [7] é um sistema que, como o nome indica, procura impedir o bloqueio total das rodas durante a travagem, de modo a proporcionar a força de travagem máxima e permitir que seja mantido o controlo da viatura. Tal é aplicado sabendo que:

- Rodas totalmente imobilizadas não são o método mais eficiente de travar o veículo;
- A força de travagem nos pneus é máxima quando existe algum escorregamento, tipicamente com um coeficiente de escorregamento de entre 10 a 20%, proporcionando mesmo assim o controlo do veículo, como é possível ver na Figura 5.

² <https://www.openpr.com/news/2034678/automotive-head-up-display-market-2020-2025-outlook>

Figura 5-Gráfico de eficiência dos travões³

Este tipo de sistemas, incluem sensores de velocidade (*encoders*) em todas as rodas do veículo e no mínimo duas bombas hidráulicas, estando o sistema conectado à unidade de controlo central (ECU) do veículo. A velocidade rotacional de cada roda é constantemente monitorizada e quando deteta que esta é significativamente menor que a velocidade do veículo, ou seja, em iminente perigo de bloqueio das rodas, as válvulas são ativadas, de modo a diminuir a pressão hidráulica no travão da roda em questão, reduzindo a travagem da mesma. Estes ajustes podem ocorrer até 15 vezes por segundo [8]. A arquitetura típica destes sistemas está demonstrada na Figura 6.

³ <https://drivingfast.net/braking/>

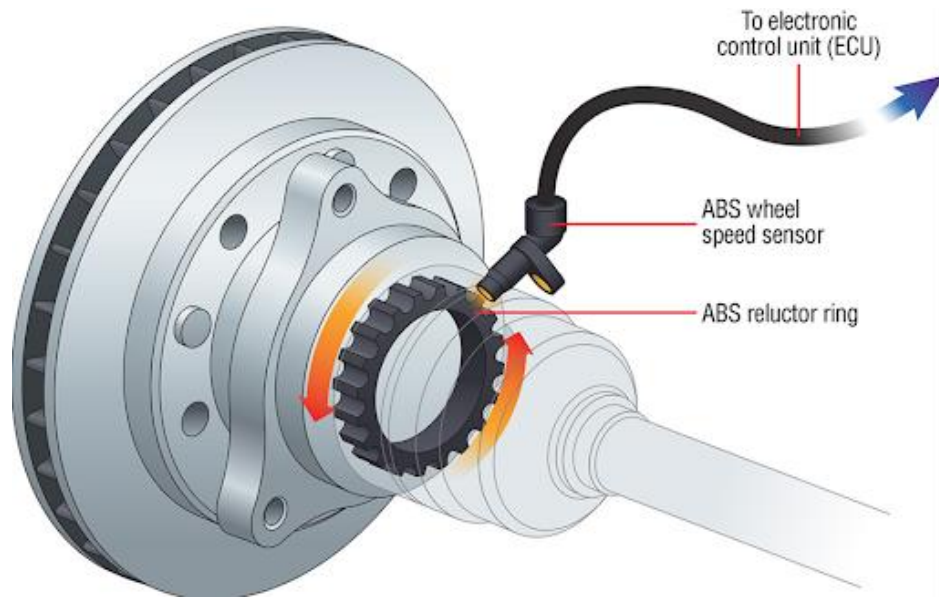


Figura 6-Sistema ABS⁴

2.2.1.1. SEGURANÇA: CONTROLO DE ESTABILIDADE ELETRÓNICO

Sistema que ajuda a prevenir a perda de controlo em curvas e manobras de emergência, ao estabilizar o veículo quando necessário. Para tal, são utilizados uma série de sensores que detetam a direção em que o veículo segue, a posição do volante e os travões. Caso seja detetado que o veículo não está a ir na direção desejada, o sistema atua de forma a corrigir a posição do veículo, ao ajustar a velocidade ou seletivamente travar uma ou mais rodas. Este sistema é mais eficaz na presença de um sistema ABS [9]. Na Figura 7 podemos observar o efeito que a utilização deste sistema tem na estabilidade do veículo.

⁴ <https://thedailychronicle.in/news/462057/wheel-speed-sensor-abs-sensor-market-manufacturers-future-development-covid-19-impact-industry-size-supply-chain-sales-channel-and-clients-analysis-2020-2026/>

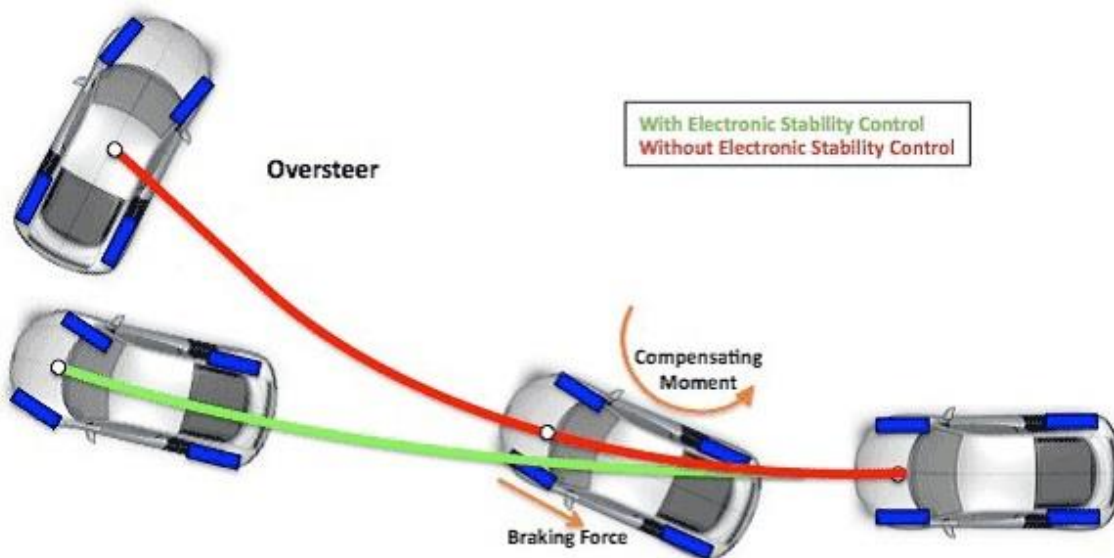


Figura 7-Trajetória com e sem controlo de estabilidade eletrónico⁵

2.2.1.2. ASSISTÊNCIA À CONDUÇÃO: MONITOR DE ÂNGULO MORTO

Um monitor de ângulo morto [10] é um dispositivo, geralmente sensores ou câmaras, que deteta a presença de outros veículos nas laterais e na traseira do veículo, fornecendo avisos sonoros ou vibratórios ao condutor quando deteta.

Um exemplo deste sistema é o desenvolvido pela *Suzuki*, que consiste na utilização de sensores na traseira do veículo (dos lados) para detetar viaturas que se aproximem e que se encontrem no ângulo morto do condutor. Assim que é detetado, são mostrados avisos visuais no retrovisor e se o condutor acionar o pisca do lado em que foi detetado o veículo, são fornecidos avisos sonoros indicando a presença do mesmo [11]. Na Figura 8 é possível ver a atuação deste sistema.

⁵ <https://www.aaam.org/education-resource-center/public-position-statements/electronic-stability-systems/>

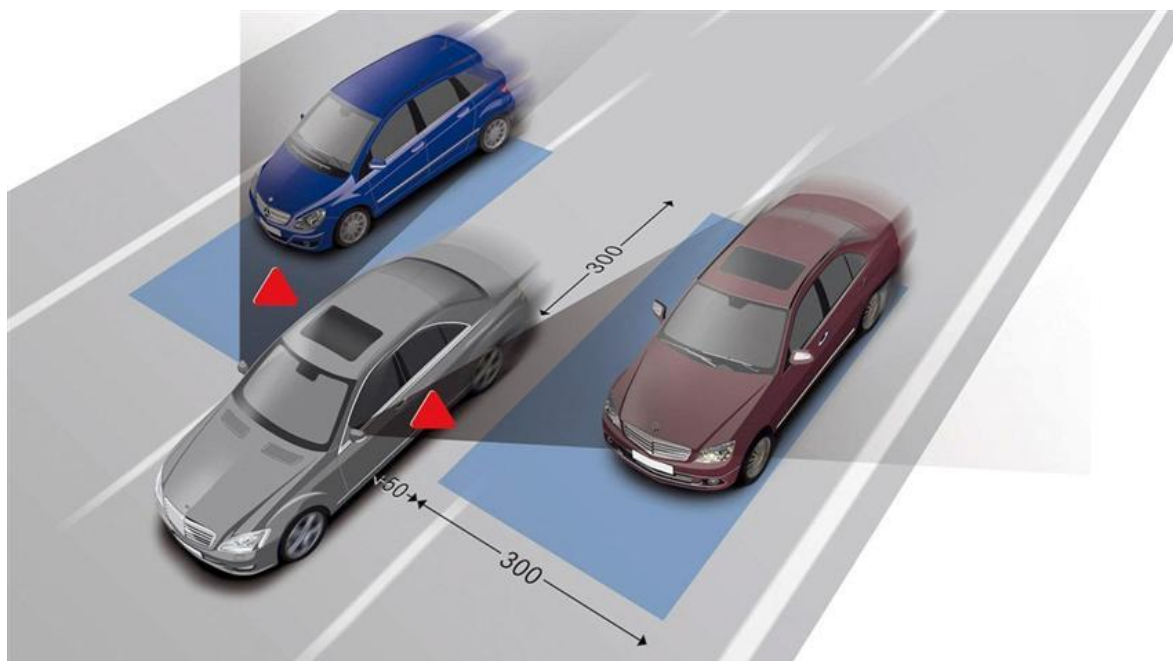


Figura 8-Monitor de Ângulo Morto⁶

2.3. SEGURANÇA PASSIVA

Os diversos sistemas de segurança ativa que fornecem um grande auxílio na prevenção de acidentes, nem sempre conseguem cumprir o seu objetivo. Ora, se não é possível evitar o acidente, então o passo seguinte é minimizar os danos consequentes ao máximo e sinalizar equipas de resgate ou facilitar o resgate. É este o objetivo dos sistemas de segurança passiva [12].

Dentro da segurança passiva, temos duas categorias que são segurança secundária e segurança terciária. Os sistemas de segurança secundária focam-se em minimizar os danos do acidente, através da proteção dos ocupantes. Os sistemas de segurança terciária visam avisar e informar as equipas de resgate acerca da localização e gravidade do acidente e as características específicas do veículo, para um auxílio mais rápido e eficaz.

⁶ <https://www.spiegel.de/auto/aktuell/elektronische-assistenten-kaeufers-verschmaechen-auto-2-0-a-762211.html>

2.3.1. SEGURANÇA SECUNDÁRIA: APOIO DE CABEÇA AUTOMÁTICO

Estes sistemas (Figura 9) são baseados nos sistemas de proteção contra o chamado “golpe de coelho” e têm o propósito de evitar danos na cervical dos passageiros aquando da ocorrência de um acidente. O que os diferencia dos apoios de cabeça “normais” é que estes se ajustam automaticamente (para cima e para baixo ou até para a frente), de forma dinâmica. Este ajuste é feito a partir da posição do banco, ou seja, quando o banco é ajustado o apoio de cabeça é ajustado automaticamente de modo a ficar na melhor posição de segurança para evitar lesões graves. Existe ainda outro funcionamento que passa pela utilização de sensores de pressão em que, quando as costas do passageiro se pressionam contra o banco, o apoio é ajustado automaticamente, de modo a minimizar o impacto e os consequentes danos. [13].

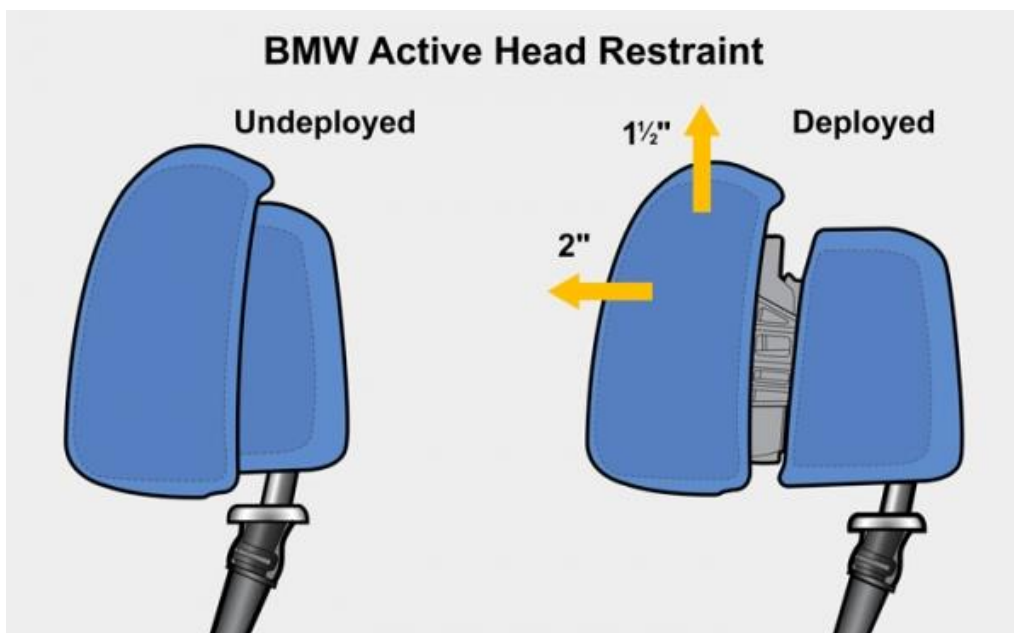


Figura 9-Sistema de Apoio de cabeça automático desenvolvido pela BMW⁷

2.3.2. SEGURANÇA TERCIÁRIA: eCALL

O *eCall* é um sistema usado em veículos em toda a União Europeia que faz automaticamente uma chamada de emergência gratuita para as entidades responsáveis (112),

⁷ <https://rts.i-car.com/collision-repair-news/active-head-restraints-overview-1.html>

caso um veículo esteja envolvido num acidente rodoviário grave. O *eCall* também pode ser ativado manualmente, através de um botão.

Se o veículo estiver envolvido num acidente grave, será ligado à rede de resposta a emergências mais próxima, independentemente de onde tenha comprado/registado ou veículo. Isto permite que o condutor e os passageiros do veículo comuniquem com o operador do centro de emergência, ao mesmo tempo que um conjunto mínimo de dados é automaticamente transmitido (localização exata, momento do acidente, número de identificação do veículo e o sentido do trajeto). Os serviços de emergência, podem assim avaliar e gerir a situação. Se o sistema *eCall* falhar, é enviada uma mensagem de aviso.

Este sistema é obrigatório em todos os veículos homologados após 31 de março de 2018 e pode ser fornecido por terceiros (que não o típico 112) mediante o seguimento de certas regras [14].

2.4. ADAS EXISTENTES

Os veículos podem ser divididos em seis níveis, de acordo com a automação que têm, numa escala criada pela *Society of Automotive Engineers* (SAE International) [15][16](Figura 10), que é uma organização responsável por estudos em engenharia e indústria automóvel.



SAE J3016™ LEVELS OF DRIVING AUTOMATION

	SAE LEVEL 0	SAE LEVEL 1	SAE LEVEL 2	SAE LEVEL 3	SAE LEVEL 4	SAE LEVEL 5
What does the human in the driver's seat have to do?	You are driving whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You are not driving when these automated driving features are engaged – even if you are seated in “the driver's seat”		
	You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	
What do these features do?	These are driver support features			These are automated driving features		
	These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering OR brake/acceleration support to the driver	These features provide steering AND brake/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met	This feature can drive the vehicle under all conditions	
Example Features	<ul style="list-style-type: none"> • automatic emergency braking • blind spot warning • lane departure warning 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering OR • adaptive cruise control 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering AND • adaptive cruise control at the same time 	<ul style="list-style-type: none"> • traffic jam chauffeur 	<ul style="list-style-type: none"> • local driverless taxi • pedals/steering wheel may or may not be installed 	<ul style="list-style-type: none"> • same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions

Figura 10-Níveis de automação e exemplos de sistemas⁸

2.4.1. NÍVEL 0

Primeiro, temos o nível zero em que o veículo é totalmente manual e os sistemas que contem não podem assumir o controle, em vez disso, apenas fornecem informações para o condutor avaliar. Geralmente, contendo sistemas como sensores de estacionamento, visão panorâmica, reconhecimento de sinais de trânsito, etc. [16].

2.4.1.1. RECONHECIMENTO DE SINAIS DE TRÂNSITO

O reconhecimento de sinais rodoviários é uma tecnologia de assistência à condução que reconhece e interpreta sinais rodoviários presentes na via, tais como proibições, avisos

⁸ <https://www.sae.org/news/press-room/2018/12/sae-international-releases-updated-visual-chart-for-its-“levels-of-driving-automation”-standard-for-self-driving-vehicles>

e limites de velocidade. Utiliza técnicas de reconhecimento de imagem tais como *machine learning*, cujos métodos se baseiam no reconhecimento de formas e/ou cores [17]. Na Figura 11 temos um exemplo da aparência de um destes sistemas.



Figura 11-Exemplo de reconhecimento de sinais rodoviários⁹

2.4.2. NÍVEL 1

O nível 1 é o nível mais baixo de automação. Não sendo descrito como autónomo, o veículo tem um único aspeto de automação, que auxilia o condutor. Exemplos disso incluem direção, velocidade ou controlo de travagem, mas nunca mais de um deles [16].

2.4.2.1. MONITORIZAÇÃO DO CONDUTOR

Os sistemas de monitorização do condutor (Figura 12) utilizam sensores infravermelhos para determinar a atenção que o condutor está a dar à estrada. Incluem uma câmara que monitoriza o rosto, por meio de detetores LED infravermelhos. Se o condutor não estiver a prestar a atenção devida à estrada e for detetada uma situação perigosa, o

⁹ <https://www.ibn-software.com/traffic-sign-camera>

sistema avisará o condutor por meio de luzes intermitentes ou sons de aviso. Em alguns sistemas, se nenhuma ação for realizada, o veículo poderá mesmo ativar os travões (um alarme de advertência soará seguido por uma breve aplicação automática do sistema de travagem)[18].



Figura 12-Sistema de monitorização do condutor¹⁰

2.4.3. NÍVEL 2

O nível 2 é onde o veículo é capaz de controlar as capacidades de direção e aceleração/desaceleração. Embora isso permita que o veículo automatize certas partes da condução, o condutor mantém o controlo total do veículo. Exemplos de nível 2 incluem ajudar o veículo a permanecer nas faixas e estacionamento automático [16].

2.4.3.1. ESTACIONAMENTO AUTOMÁTICO

O estacionamento automático é um sistema que, como o nome indica, retira responsabilidade ao condutor e toma controlo da tarefa de estacionamento ou apenas assiste

¹⁰ http://hn.ifeng.com/a/20181024/6969988_0.shtml

nesta [19]. Para tal, são utilizados diversos sensores de proximidade espalhados pelas laterais do veículo, podendo também ser assistidos ou constituídos por câmaras. O objetivo é proporcionar conforto e segurança em situação que requerem maior experiência e atenção por parte do condutor para realizar a manobra.

Estes sistemas são similares, mas não idênticos em todos os veículos em que se encontram. As similaridades estão no uso de sensores de proximidade, que conectam à unidade de controlo (ECU) e fornecem informações sobre as proximidades do veículo. A grande maioria dos veículos não se estaciona sozinho, ou seja, o condutor tem sempre alguma responsabilidade na tarefa do estacionamento. Um exemplo disto é o modelo 3 da *Tesla* em que, para se iniciar o estacionamento, o condutor coloca a marcha-atrás e escolhe qual o tipo de estacionamento (paralelo ou de ré) e a partir daí o veículo controla a direção sozinho, restando ao condutor o controlo do travão e acelerador. Existe ainda um outro sistema da BMW, em que o veículo anda para a frente ou para trás, com o condutor fora do veículo a pressionar um botão na chave. No entanto, noutros veículos todo o processo é totalmente automatizado, não tendo o condutor de tomar qualquer ação. Por fim, outros apenas fornecem informações sobre o estacionamento e direção do veículo, não tomando qualquer ação [20]. Na Figura 13 é possível ver como atua este sistema.

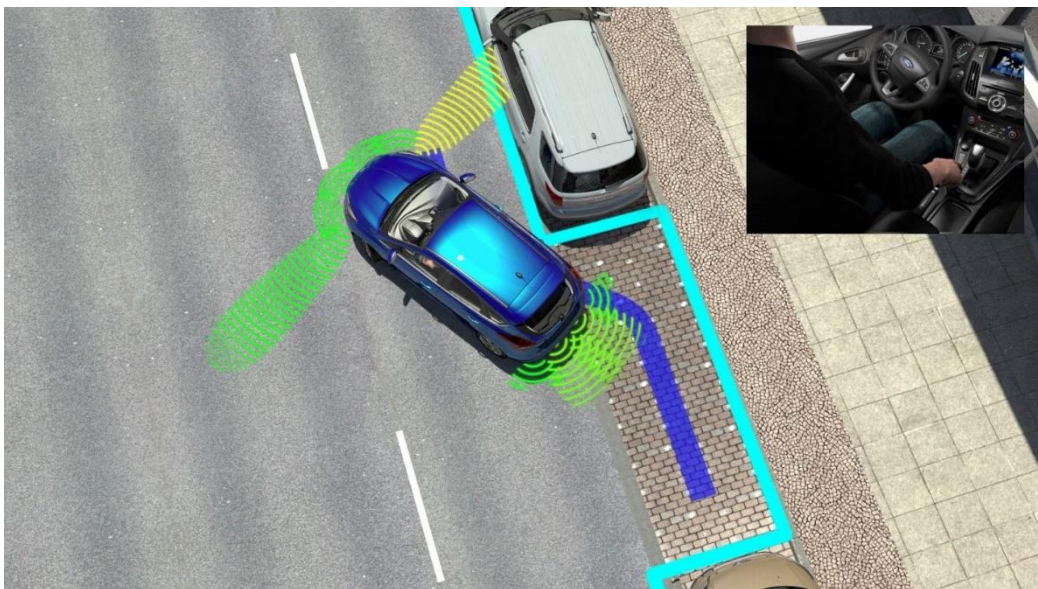


Figura 13-Sistema de estacionamento automático em atuação¹¹

¹¹ <https://newatlas.com/how-self-parking-works/46684/>

2.4.4. NÍVEL 3

Os veículos de nível 3 contêm os sistemas de nível mais baixo, que são classificados como sistemas condução automatizados em oposição a sistemas manuais, sendo capazes de monitorizar e detetar o ambiente que os rodeia. Com esta tecnologia mais avançada, os veículos de nível 3 podem tomar decisões informadas por si próprios, como ultrapassar veículos em movimento lento. No entanto, ao contrário dos veículos autónomos de classificação superior, a anulação humana é necessária quando a máquina é incapaz de executar a tarefa em mãos ou o sistema falha [16].

2.4.4.1. *ADAPTIVE CRUISE CONTROL*

É um sistema de controlo avançado que regula automaticamente a velocidade do veículo, de modo a manter uma distância segura dos veículos em frente. Este controlo é efetuado recorrendo a informações fornecidas por sensores de proximidade, colocados na frente do veículo [21]. Outros sistemas recorrem a sensores laser, radares e/ou câmaras. Este sistema é considerado fundamental para o futuro dos veículos autónomos. Neste momento, estes sistemas não fornecem autonomia total, apenas ajudam o condutor na tarefa da condução para evitar erros e otimizar a segurança e capacidade da estrada.

Para exemplificar o funcionamento deste sistema, podemos observar o sistema desenvolvido pela Bosch (Figura 14). Neste exemplo, o condutor ao ativar o sistema escolhe a velocidade a que deseja circular e a distância que quer manter do veículo da frente, havendo vários níveis predefinidos. A partir daí, o sistema monitoriza a frente do veículo, recorrendo a radares. A velocidade de circulação vai sendo ajustada mediante os veículos à frente, de modo a manter a distância predefinida. O sistema pode mesmo imobilizar o veículo, sendo que aquando da paragem, o sistema pode ser novamente acionado pressionando ligeiramente o acelerador. Quando não se verifica a presença frontal de um veículo, o sistema acelera até à velocidade desejada, podendo esta ser entre 0 e 200 km/h. O sistema requer na mesma a atenção do condutor para controlar a direção e pode ser sobreposto a qualquer momento [22].

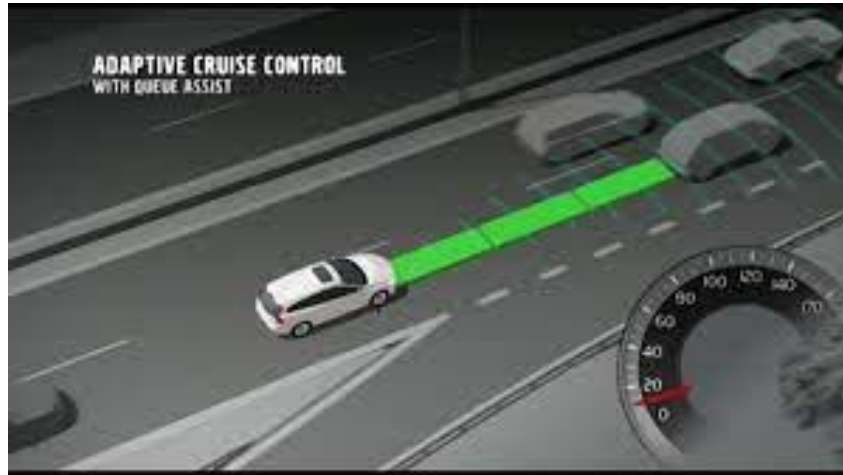


Figura 14 - *Adaptive Cruise Control*

2.4.5. NÍVEL 4

Os veículos de nível 4 são capazes de intervir sozinhos se algo de errado suceder ou houver uma falha no sistema, sendo este fator que os distingue do nível 3. Neste sentido, estes carros são deixados sem qualquer intervenção humana na grande maioria das situações, embora a opção de anulação manual permaneça em circunstâncias difíceis ou preferíveis [16].

2.4.5.1. *TESLA AUTOPILOT*

O *Tesla Autopilot* é um sistema de condução automática presente nos veículos da *Tesla*. Este sistema contém funções como centralização de faixa, *cruise control* sensível ao tráfego, estacionamento automático, mudanças automáticas de faixa, navegação semiautônoma em vias de acesso limitado e capacidade de chamar o carro de uma garagem ou lugar de estacionamento. Apesar de todas estas funções fazerem o veículo praticamente autônomo, é na mesma da responsabilidade do “condutor” supervisionar o comportamento do veículo e intervir caso seja necessário [23]. Futuramente, a empresa pretende lançar um veículo totalmente autônomo (nível 5).

2.4.6. NÍVEL 5

Os veículos de nível 5 não requerem atenção humana. No entanto, a principal diferença destes é a qualidade, proporcionando um serviço muito mais rápido e sofisticado, comparável ao da direção humana manual adaptativa e situacional. Exemplos em que os veículos de nível 5 se destacam incluem condução *off-road* e outros terrenos que os veículos de nível 4 podem não ser necessariamente capazes de detetar ou compreender de forma inteligente, ou seja, possuem um sistema de deteção de ambiente muito mais avançado. Esta é a única classe de veículos automatizados que não possui controlos típicos, como volantes ou pedais, sendo o condutor totalmente eliminado. De momento, estão a ser testadas várias soluções, mas *nenhuma* está ainda disponível ao público [16].

2.4.6.1. FULL SELF-DRIVING

Como foi referido, de momento não existem automóveis de nível 5 disponíveis ao público. No entanto, há várias soluções a serem idealizadas e testadas de momento. Uma destas é o *full self-driving*, idealizado pela *Tesla*. A abordagem da *Tesla* para tentar alcançar esta solução é imitar a aprendizagem humana a conduzir, isto é, treinando uma rede neuronal usando o comportamento de condutores de *Teslas*, principalmente através de câmaras complementadas por radares e informações de componentes usados para outros fins no carro, como os mapas bidimensionais de granulação grossa usados para navegação e os sensores ultrassónicos usados para estacionamento, etc. Outras soluções estão a ser estudadas pelas empresas *Waimo* e *Cruise*, sendo que estas recorrem a mapas criados por sensores LIDAR (*Light Detection And Ranging*)[23].

3. DESENVOLVIMENTO DO *E-BOOK*

Neste capítulo será apresentado o *e-book* desenvolvido neste projeto e serão dados alguns detalhes sobre possíveis formatos e aplicações de desenvolvimento de *e-books*.

3.1. FORMATOS E APLICAÇÕES DE DESENVOLVIMENTO

Um *e-book*, também conhecido como *eletronic book*, é um livro disponibilizado em formato digital. Estes livros tipicamente são interativos, consistindo em texto e imagens e sua leitura é possível em dispositivos eletrônicos comuns como computadores, *tablets* e telemóveis (*smartphones*). Existem diversos formatos que permitem a criação e leitura de *e-books*, sendo que se destacam:

- **PDF (*Portable Document Format*):** O formato de *e-book* mais comum é o PDF[24]. Em qualquer site em que seja disponibilizado um *e-book* gratuito, normalmente, obter-se-á em formato PDF. A maioria dos computadores e até mesmo dispositivos móveis podem abrir arquivos PDF com um leitor de PDF pré-instalado, por isso é o formato mais amigável que se pode ter para um *e-book*;

- **MOBI (Mobipocket):** Originalmente usado pelo *e-reader Mobipocket*[25], o formato .mobi agora é usado pelos mais populares leitores de *e-books*, incluindo *Amazon Kindle* [26] e aplicações *Kindle* para dispositivos *iOS* e *Android*. Este formato é visualmente atraente, pois oferece aos leitores comportamentos semelhantes aos de livros físicos, como deslizar para virar uma página e marcar uma página;
- **ePub (ePublication):** O formato .epub [27] é semelhante ao .mobi, mas é de código aberto e gratuito para publicação de *e-books*. Por isto, quase todos os leitores eletrônicos suportam .epub, incluindo *Amazon Kindle Fire*, *Apple iBooks* e *Google Books*;
- **iBook (Apple iBooks)**[28]: Este é um formato exclusivo para todos os *e-books* vendidos na loja *Apple iBooks*. É construído usando o standard EPUB, mas adiciona restrições para que só possa ser vendido e consumido dentro do *iBooks* da *Apple*. Por causa disso, os formatos *iBook* são incompatíveis com leitores que podem ler o formato .epub standard.

Depois de ser obtida uma certa familiaridade com esses formatos, é possível decidir qual deles é desejado para o *e-book*. Se o planeado for vendê-lo, numa loja *online* (*Amazon* por exemplo), o formato .epub é a melhor opção, devido à facilidade de o colocar à venda em lojas como *Amazon*, *AppStore* e *Google PlayStore*. Se o objetivo for fazer um *e-book* rápido que para fornecer gratuitamente, então o formato PDF é o mais indicado, devido ao seu acesso generalizado e gratuito por cada utilizador.

Após a escolha do formato desejado para o *e-book*, é possível partir para a sua produção. Para tal existem duas opções: criando-o com um software que pode ser usado independentemente ou sem acesso à Internet, ou criando-o com uma aplicação *Web*.

As aplicações *Web* para criação de *e-books* tendem a ter recursos mais simples e amigáveis ao utilizador, em oposição ao *software offline*, que são usados principalmente para projetar conteúdo graficamente intenso. Se o desejo for criar um *e-book* rápido sem custos adicionais, existe muito *software online* gratuito disponível. Por outro lado, se existir um orçamento para gastar em *software* para a criação de um *e-book* profissional, então não há razão para que não deva ser escolhida uma ferramenta mais avançada. Como exemplo de aplicações *Web*, temos as seguintes:

- **Pressbooks:** O *Pressbooks* [29] é muito semelhante ao *WordPress* [30] (sistema *open source* para criação de *websites*, blogs ou outras aplicações), mas é executado num site totalmente diferente. Se existe uma certa familiarização com o *WordPress*, então não existirá dificuldade em descobrir como tudo funciona. É possível adicionar e editar capítulos, alterar ou adicionar seções e assim por diante. Apesar de o uso do *Pressbooks* ser gratuito, para remover a marca d'água que aparecerá no *e-book*, é preciso atualizar para uma versão paga;
- **Beacon (WordPress plugin):** *Beacon* [31] é um *plugin* para o *WordPress* que transforma *posts* em *e-books*. É possível escolher quais artigos incluir ou filtrá-los por categoria. O *plugin* converte os *posts* do *blog* em formato HTML5 ou PDF. Recursos de *layout* também estão incluídos e possibilita a criação da capa do *e-book* a partir do painel do *Beacon*;
- **Google Docs:** A utilização do *Google Docs* [32] fornece uma maneira simples de escrever e converter conteúdo em PDF online gratuitamente. Para tal é necessário digitar o conteúdo e todas as fontes do *Google* vão ser disponibilizadas para escolher dentro da janela do *Google Docs*. É depois feita a sincronização com uma conta do *Google Drive*, para que seja possível trabalhar em qualquer dispositivo, desde que seja *online*;
- **PublishExpress:** *PublishXpress* [33] é uma ferramenta de conversão *online* que converte ficheiros DOCX, TXT, HTML, e PDF em MOBI e EPUB, que é o ideal se o *e-book* já estiver pronto e apenas é pretendido transformá-lo em MOBI e EPUB para que possa estar disponível para outros leitores. O serviço é gratuito, mas é necessária atenção a quaisquer imperfeições no texto convertido;

Como exemplo de ferramentas de criação offline de *e-books* temos:

- **Microsoft Word:** O *Word* [34] é uma ferramenta amplamente utilizada na escrita dos mais variados documentos há bastantes anos, pelo que grande parte dos utilizadores está familiarizado com ele, portanto, criar um *e-book* usando este *software* é ótimo para quem não quiser aprender outro *software*;
- **Microsoft PowerPoint:** O *PowerPoint* [35] é uma ferramenta semelhante ao *Word*, mas que permite uma maior flexibilidade na disposição de imagens e texto,

assim como na textura e cor das páginas. Tal como no *Word*, é possível exportar o ficheiro para PDF, de modo a estar num formato legível de forma gratuita;

- ***Libre Office:*** Embora o *Microsoft Word* seja comumente usado, o *Libre Office* [36] é uma alternativa igual, mas totalmente gratuita, em que é possível criar o conteúdo e converter ficheiros .doc em .pdf;
- ***Adobe InDesign:*** Caso exista alguma familiaridade com programas parecidos, usar o *InDesign* [37] torna-se mais fácil. Caso contrário, poderão ser necessários alguns tutoriais antes de usar esta ferramenta. O *InDesign* é um método mais avançado de criação de *e-book* e é usado principalmente se for requerido que os gráficos e todos os elementos de estilo no *e-book* tenham uma aparência polida e profissional, no entanto é uma ferramenta que requer subscrição.

3.2. FORMATO E APLICAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO

Para a criação do *e-book* neste projeto, era desejado que estivesse num formato que fosse acessível e facilmente legível para qualquer utilizador e em qualquer dispositivo eletrónico. Por este motivo foi escolhido o formato PDF, por ser gratuito e facilmente legível, sendo até considerado como universal.

Quanto à aplicação de desenvolvimento, era desejada uma que permitisse a conversão de ficheiros para PDF e que permitisse uma maior flexibilidade na criação do próprio *e-book*, quer a nível de funções quer a nível de aparência. A aplicação que fornece estes requisitos, e aquela que foi escolhida, foi o *Microsoft Office PowerPoint*. O uso desta aplicação permitiu adaptar não só a disposição do texto e das imagens nas páginas, como também o fundo destas.

3.3. E-BOOK PRODUZIDO

Como foi referido no ponto 3.2, o *e-book* (disponível no Anexo A) foi desenvolvido em *PowerPoint* e posteriormente convertido para PDF. As páginas do *e-book* foram colocadas com um fundo um pouco mais atrativo e diferente do normal, sendo que também foi criada uma versão mais “amigável” para utilizadores que desejem ter o livro impresso.

O *e-book* é iniciado com um breve manual de instruções, no qual está explicado como navegar dentro do livro e o que significa cada um dos botões apresentados. Seguidamente, é feita uma introdução ao tema exposto com uma contextualização dos ADAS e como a implementação destes pode e tem contribuído para baixar o número de acidentes rodoviários causados por erros humanos. Depois, para melhor entendimento de onde estes se encaixam, é dada uma explicação do que é a segurança automóvel, subdivisões desta e são apresentados alguns exemplos de sistemas que se encaixem em cada uma das subdivisões. Posteriormente, é explicado o que são os ADAS, com um breve *background* destes, seguido da apresentação da escala de automação criada pela SAE e de alguns exemplos de sistemas que comumente se encontram em veículos de cada um dos níveis de automação. Ao longo do *e-book* são fornecidos links para vídeos que complementam o conteúdo apresentado e fornecem uma explicação prática para melhor compreensão por parte do leitor. Por fim, o livro permite a navegação dinâmica por este através do uso de hiperligações.

4. DESENVOLVIMENTO DO GUIÃO PRÁTICO

Aqui será apresentado o guião desenvolvido neste projeto e serão demonstradas algumas aplicações, que funcionam como assistentes à condução.

4.1. APLICAÇÕES ADAS EXISTENTES

Existem diversas aplicações Android ou iOS que auxiliam a condução e, com a vulgarização do uso de smartphones e de outros dispositivos móveis com elevada capacidade computacional e de interface com o utilizador, estão ao alcance de praticamente qualquer condutor.

4.1.1. APLICAÇÕES *DASH CAM*

As aplicações ADAS mais comuns para plataformas móveis são do tipo *dash cam*, em que o dispositivo é colocado em cima do *tablier*, com a câmara apontada para a estrada e o ecrã voltado para o condutor. Tipicamente, estas aplicações reconhecem sinais rodoviários verticais e horizontais, linhas de guia, medem velocidade linear do veículo (via GPS) e detetam obstáculos no caminho. São aplicações de assistência que apenas fornecem avisos e mostram informações, não tomando qualquer controlo sobre o veículo.

4.1.1.1. *UGV DRIVER ASSISTANT*

É uma aplicação [38] que permite o controlo de distâncias entre veículos, peões e outros obstáculos (Figura 15 à esquerda), notificações de sinalização rodoviária, avisos de limite de velocidade (Figura 15 à direita) e controlo da trajetória do veículo através da deteção das bordas das estradas e sinaliza em caso de desvios (Figura 15 ao centro). adicionalmente permite a gravação e armazenamento de vídeos.



Figura 15-App *UGV Driver Assistant*¹²

4.1.1.2. DRIVER ASSISTANCE SYSTEM (ADAS) - DASH CAM

É uma aplicação [39] que integra um gravador de vídeo (*dash cam*) e possui funções de deteção de faixa, deteção anticolisão e velocímetro (demonstrado na Figura 16). Dentro da aplicação podemos destacar:

- Função *dash cam*:
 - Gravação em segundo plano, se sair da aplicação ou utilizar outra;
 - Controlo do espaço em disco disponível com alerta do utilizador e limpeza inteligente;
 - Suporte para diferentes resoluções de vídeo (máximo 1080p);
 - Bloqueio de vídeo (supressão automática) na deteção de choque;
- Função de deteção de faixa:
 - Deteção e exibição de faixa em realidade aumentada;

¹² <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.infocomltd.ugvassistant>

- Algoritmo de deteção de mudança de faixa com aviso visual e sonoro;
- Função anticolisão:
 - Deteção e exibição de viaturas à frente;
 - Determina a distância até os veículos;
 - Algoritmo anticolisão (velocidade de aproximação de um obstáculo) com aviso visual e sonoro.



Figura 16-App Driver Assistance System (ADAS) – Dash Cam¹³

4.1.1.3. *LANE IDENTIFICATION PRO: LANE DETECTION (ADAS)*

A *Lane Identification Pro* [40] é uma aplicação que faz a deteção das faixas de rodagem e deteta obstáculos, como podemos ver na Figura 17. Adicionalmente, a aplicação monitoriza o seu próprio desempenho e vai-se adaptando às necessidades do utilizador.

¹³ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.thefrenchsoftware.driverassistancesystem>



Figura 17-App *Lane Identification Pro: Lane Detection* (ADAS)¹⁴

4.1.1.4. ACoDRIVER 5

A *aCoDriver* [41] é uma aplicação que deteta e monitoriza os limites de velocidade com base nos locais observados pela câmara e conhecidos (base de dados), observa a distância para as viaturas na frente (controlo de distância) e avisa se o carro atravessar uma marca de via (assistente de pista). Adicionalmente foi concebido para distrair o mínimo possível (Figura 18).

¹⁴ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vembarllc.laneidentificationpro>

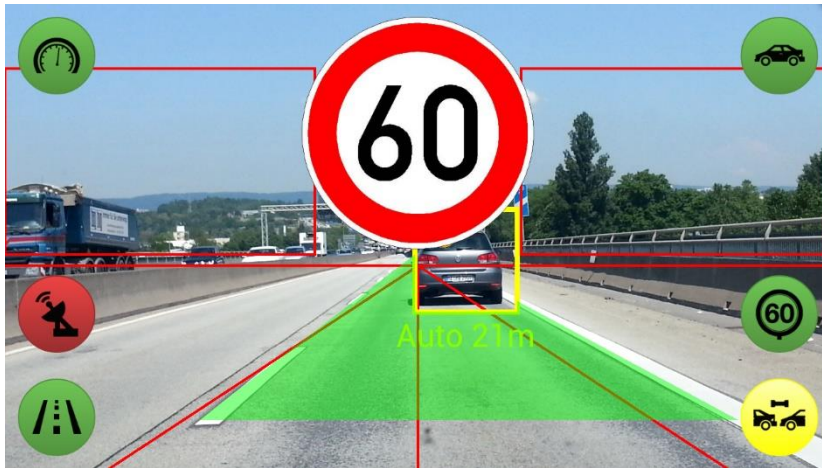


Figura 18-App aCoDriver 5¹⁵

4.1.1.5. SMART DASH CAM

A aplicação *Smart Dash Cam* [42] (Figura 19) captura automaticamente cada momento da condução usando tecnologia de *loop* automático e detecção de colisão, funcionando como uma testemunha.



Figura 19-App Smart Dash Cam¹⁶

¹⁵ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.evotegra.aCoDriver>

¹⁶ <https://play.google.com/store/apps/details?id=ipcamssoft.com.smartdashcam>

4.1.2. APLICAÇÕES DE MONITORIZAÇÃO DO CONDUTOR

Muitos acidentes são causados pela falta de atenção do condutor à estrada ou pelo adormecimento do mesmo, causa que se tornou mais comum com o uso de telemóveis e outros dispositivos. Nesse contexto, os *Driver Monitoring Systems* (DMS) têm surgido, alertando o condutor e alguns até efetuando ações de controlo do veículo. Visando uma utilização mais ampla do DMS, diversas aplicações *Android* e *iOS* foram criadas, as quais exigem que a câmara do dispositivo móvel esteja apontada para o rosto do condutor. Estas aplicações apenas geram avisos, não realizando nenhuma ação no veículo.

4.1.2.1. DRIVER ATTENTION ALERT LITE

A aplicação *Driver Attention Alert Lite* [43] monitoriza a condição dos olhos e a posição da cabeça para evitar situações em que o condutor está, presumidamente, perigosamente distraído. Se os olhos do condutor estiverem fechados por muito tempo (a dormir), ou se ele virar a cabeça para o lado por muito tempo, soa um sinal de alerta de perigo. Na Figura 20 à esquerda, no meio da tela, é onde o alerta, caso seja detetado falta de atenção, é mostrado. Os olhos e o rosto do condutor aparecem com quadrados ao redor. Por último, no canto inferior direito está o botão para ativar / desativar os alertas sonoros. No canto superior direito é possível aceder às configurações (na Figura 20 à direita).

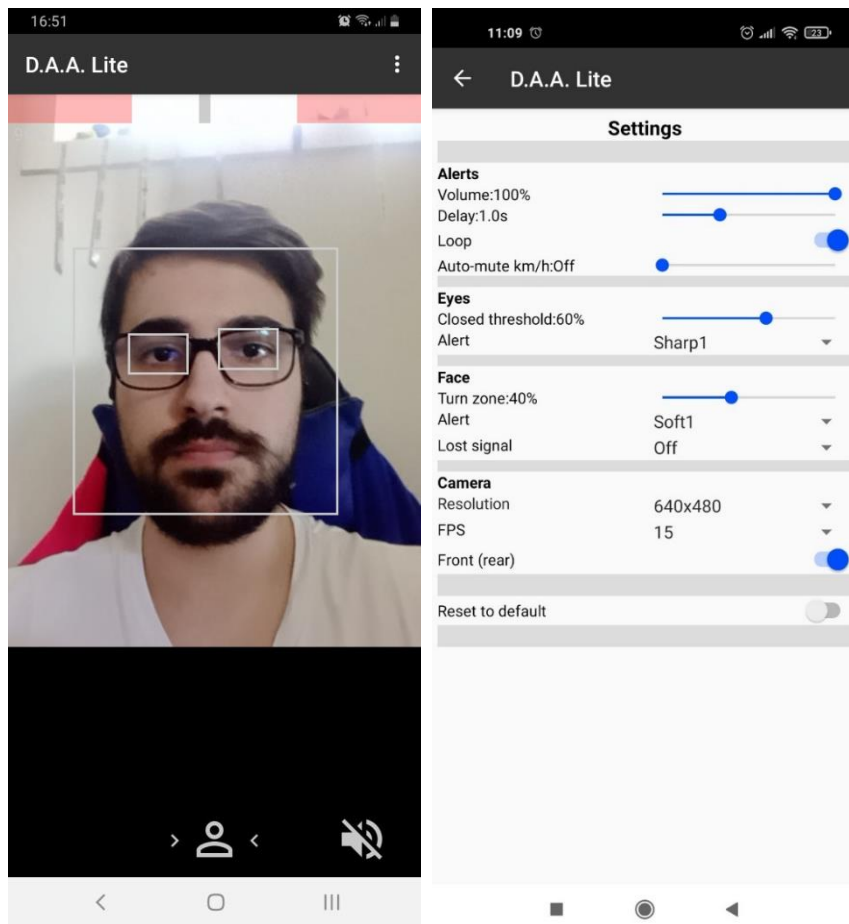


Figura 20-Aparência da app Driver Attention Alert Lite¹⁷

4.1.2.2. SLEEP ALERT & GPS SPEEDOMETER CAR HEADS

Esta aplicação [44] monitoriza os olhos do condutor (se estão abertos ou fechados) e também fornece informações relativas à velocidade do veículo, permitindo ao usuário definir um limite e se este for excedido é gerado um aviso. Também permite ao usuário controlar a localização no mapa e o tempo de viagem. A aparência da *app* está demonstrada na Figura 21.

¹⁷ <https://play.google.com/store/apps/details?id=aa.vrazhkin.driverattentionalertlite>

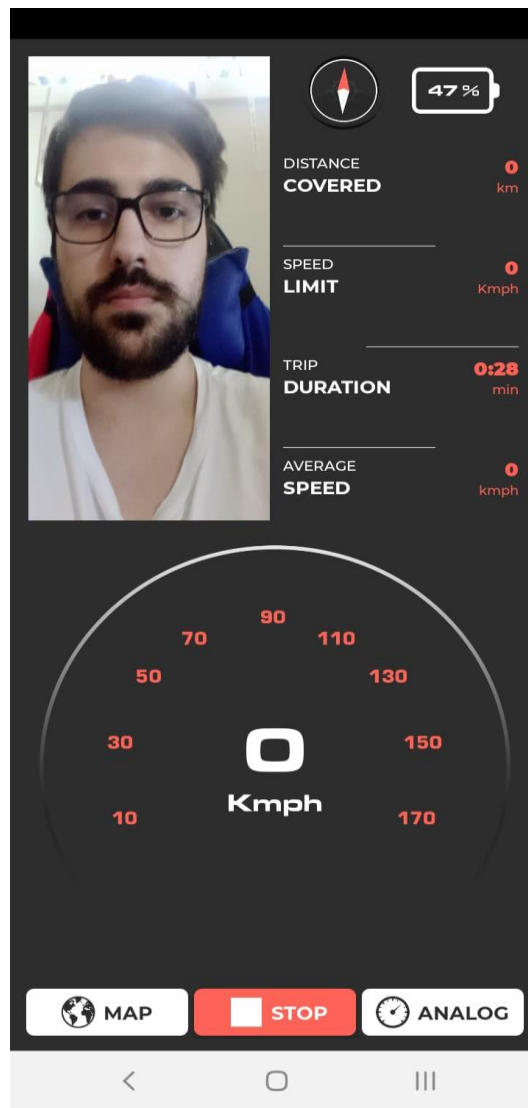


Figura 21-Aparência da app Sleep Alert & GPS Speedometer Car Heads¹⁸

4.1.3. APLICAÇÕES DE MONITORIZAÇÃO DE DESPESAS E RECEITAS

Existem também outras aplicações que ajudam o utilizador a monitorizar despesas (em consumos e manutenção), poupanças e também controlar a receita gerada pelo veículo (no caso de *Uber*, *Cabify*, táxi, etc).

¹⁸ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ax.speedometer.sleep.alert>

4.1.3.1. DRIVVO: CONTROLO FINANCEIRO DO CONDUTOR E VEÍCULO

Esta aplicação [45] permite controlar o consumo de combustível, despesas, manutenções e receitas do veículo. Também localiza no mapa possíveis postos de abastecimento e o preço do combustível neste. Abordando mais a fundo as funções da aplicação temos:

- **Abastecimentos:** Através deste controlo, é possível obter informações e média de consumo de gasolina, um dado importante para calcular o gasto mensal do veículo, apresentando através de relatórios e gráficos as informações como média de Km/Litro, custos por km percorrido, km's percorridos, assim como cálculo do combustível, seja gasolina, álcool ou GNV, por posto de combustível;
- **Receitas:** Para facilitar a vida do condutor (táxi, *Uber*, *Cabify*, camionistas, etc.) que usa o seu veículo como instrumento de trabalho, o DRIVVO também permite o registo de receitas, dado que estes usam o veículo profissionalmente e precisam de saber, em tempo real, as despesas e receitas referentes ao veículo;
- **Percursos:** Permite ao condutor ter não só um controle financeiro pessoal, mas também profissional na forma de um controlo financeiro das contas a receber de viagens a trabalho, para que possa ser solicitado reembolso das mesmas;
- **Despesas:** Permite ao condutor controlo completo sobre as suas despesas. Sendo possível cadastrar financiamentos, seguro, multas, entre outras despesas;
- **Serviços:** Trocas de óleo, verificação dos travões, mudanças dos pneus, filtros, revisões podem ser facilmente visualizados no módulo Serviços. O condutor pode inserir os gastos e serviços realizados, sendo que esta é uma ferramenta muito útil para visualizar todas as manutenções realizadas na viatura;

- **Lembretes:** Ajuda na gestão de lembretes do veículo, para serviços e despesas regulares, como financiamento, monitorizar as trocas de óleo, revisões, trocas de pneus, multas, podendo agendar por km ou data;
- **Álcool ou Gasolina:** Permite identificar qual o melhor combustível com uma calculadora, qual combustível é mais vantajoso, informando apenas o preço do etanol, álcool ou gasolina.

Adicionalmente tem uma versão paga que permite:

- Efetuar o backup dos dados do veículo numa *Cloud*;
- Sincronizar os dados entre dispositivos;
- Manter todos os dados seguros;
- Remover anúncios;
- Cadastrar receitas ilimitadas;
- Exportar os dados referente aos veículos em formato *CSV/Excel*;
- Ajustar e compartilhar os gráficos gerados pela *app*;
- Receber recursos *premium* futuros gratuitamente;
- Acesso a suporte técnico em até 24h.

Podemos ver estas funções na Figura 22.

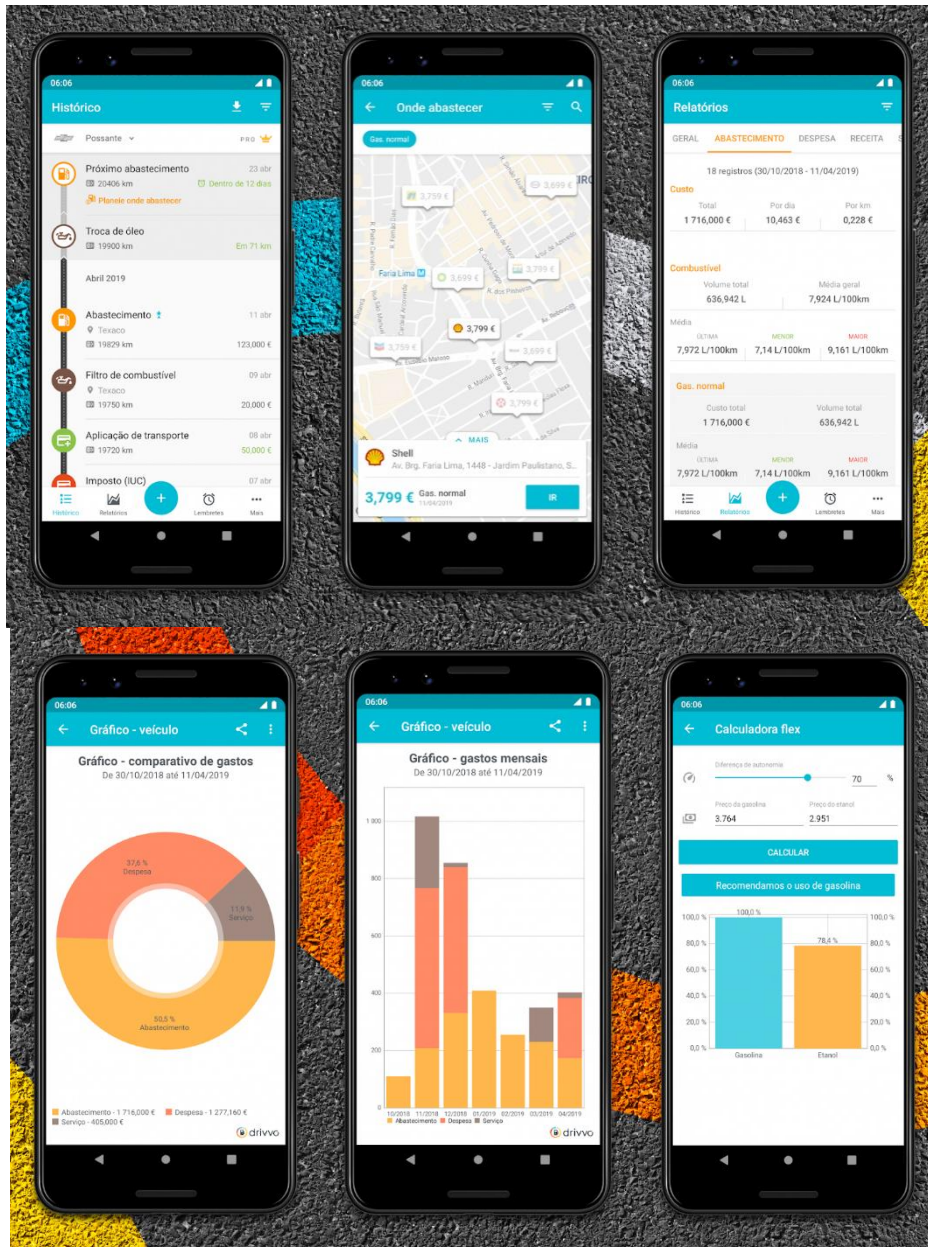


Figura 22-App Drivo: Controlo Financeiro do condutor e veículo¹⁹

¹⁹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.ctncardoso.ctncar>

4.1.4. APLICAÇÕES DE ASSISTÊNCIA DE EMERGÊNCIA

Podemos encontrar ainda outro tipo de aplicação que permite ao utilizador obter assistência ou assistir nas operações de resgate em caso de acidente ou avaria. Dentro destas podemos destacar como exemplo:

4.1.4.1. EURO RESCUE

Fornece aos socorristas informações cruciais para o salvamento. A intervenção na hora certa é crucial e não se deve perder tempo para encontrar a ficha de resgate correta. O *Euro Rescue* [46][47] é um sistema exclusivo, que fornece todas as fichas de resgate disponíveis num único local, que podem ser usadas tanto online quanto *offline*.

Para ajudar os serviços de emergência e os socorristas a resgatar e desembaraçar com segurança os ocupantes do veículo envolvidos num acidente de trânsito, são fornecidas na *app* as Folhas de Resgate padronizadas e codificadas por cores que atendem à norma ISO No. ISO 17840-1 e identificam possíveis riscos no veículo incluindo:

- Tanques de combustível;
- Baterias de alta tensão;
- Insufladores de airbag;
- Suportes de gás;
- Aço de alta resistência.

Podemos ver a sua aparência na Figura 23.

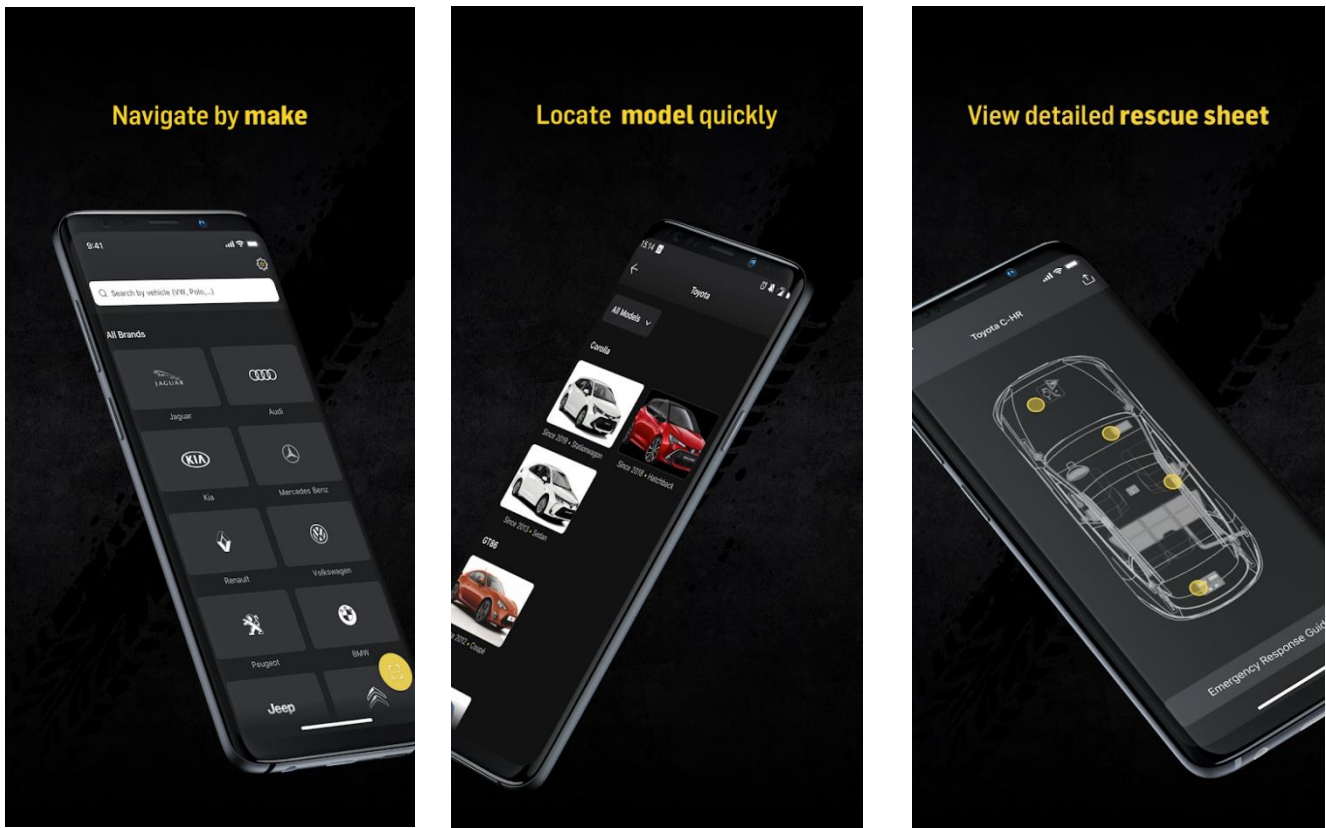


Figura 23-App Euro Rescue²⁰

4.1.4.2. *ROADSIDE ASSISTANCE 24 DRIVER*

A *Roadside Assistance 24 Driver* [48] (Figura 24) permite partilhar a localização de modo a obter assistência ou reboque, sendo que estas informações são enviadas para um site onde podem ser consultadas. Também fornece números de telefone de serviços de assistência e reboque.

²⁰ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.euroncap.rescue>

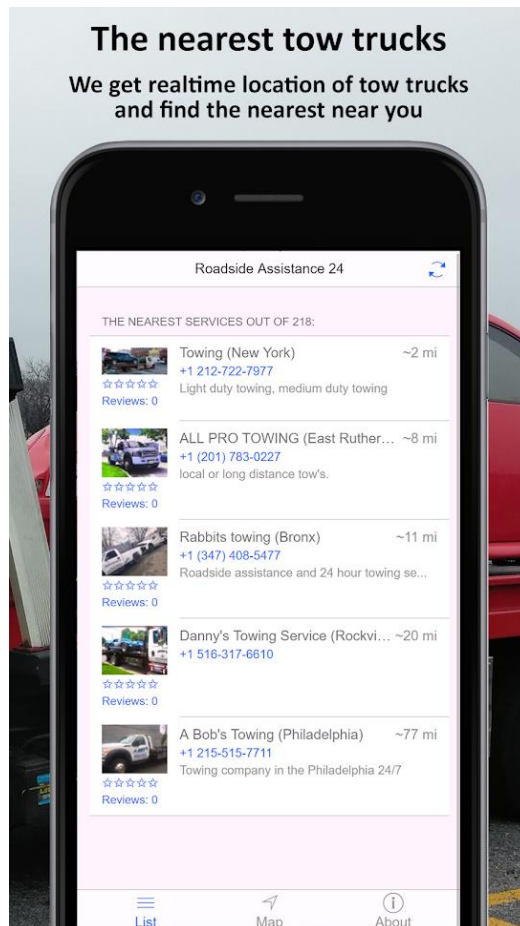


Figura 24-App *Roadside Assistance 24 Driver*²¹

4.2. GUIÃO DESENVOLVIDO

No âmbito deste projeto, foi criado um guião prático (disponível no Anexo B) com o fim de proporcionar aos alunos um contacto e uma experiência com estes sistemas. com o fim de proporcionar aos alunos um contacto e uma experiência com estes sistemas. Este guião foi produzido a partir de um modelo utilizado pelo professor Mário Alves numa outra unidade curricular. Foi colocado o foco nas aplicações apresentadas nas Secções 4.1.1.1, 4.1.1.2, 4.1.2.1 e 4.1.2.2 pois estas simulam os ADAS atualmente mais populares (de acordo com um número de descarregamentos). São fornecidos *links* e tutoriais para a instalação de cada uma e

²¹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.softformobile.Evakuator>

um guia de como as utilizar. São depois efetuados testes relevantes para a compreensão do funcionamento das aplicações e efetuadas questões para que sejam compreendidos os prós e contras das mesmas. Por fim é pedido aos alunos que façam uma reflexão sobre os impactos positivos e negativos do uso destas aplicações e que procurem outras semelhantes.

5. CONCLUSÕES

Nos dias de hoje, os acidentes rodoviários são uma das maiores causas de mortes no mundo e estudos revelam que a automação progressiva dos sistemas de segurança e de auxílio ao condutor, no sentido da condução totalmente autónoma, poderá contribuir significativamente para a diminuição dos erros humanos e consequentemente dos acidentes rodoviários. Considerando este facto, a exponencial inovação nas tecnologias automóveis e a constante pressão por parte de organizações de segurança e de utilizadores da estrada, cada vez mais se caminha para uma realidade em que os veículos e a própria estrada serão totalmente automatizados. A implementação dos ADAS nas viaturas está intimamente ligada a esta realidade.

No entanto, e apesar de todas as vantagens e pontos positivos que a implementação destes sistemas pode trazer para a segurança de condutores e utilizadores da via, existem, todavia, algumas preocupações e efeitos negativos que se levantam. Pode ser argumentado que a utilização de alguns destes sistemas pode ser distrativa para o condutor, o que pode levar a acidentes, algo que o autor desta tese comprovou durante testes realizados com diversas aplicações Android/iOS. Outro ponto negativo seria que a utilização destes sistemas pode tornar o condutor complacente perante a condução e a estrada, recorrendo e confiando em demasia nos sistemas e causando uma maior desatenção ao veículo, podendo ter o efeito contrário ao desejado. Estas questões podem, no entanto, ser combatidas com a utilização dos sistemas de monitorização do condutor.

No que toca à automação de viaturas e até da própria estrada, esta também traz as suas questões, nomeadamente na tomada de decisão dos sistemas automatizados em situações de risco, na privacidade dos utilizadores e na partilha de dados fundamentais entre empresas e governos. Se as questões levantadas com a implementação dos ADAS forem respondidas e existir uma cooperação entre empresas, governos e utilizadores, é previsível que seja encontrada uma ou mais soluções viáveis para a automação completa de estradas e viaturas.

Com este projeto foi possível consolidar conhecimentos sobre a área dos ADAS, das questões levantadas por estes e criar conteúdos pedagógicos de modo a proporcionar aos futuros alunos uma aprendizagem fácil, mas ao mesmo tempo minimamente aprofundada e atualizada, numa área em constante e rápido desenvolvimento.

Referências Documentais

- [1] “Accidents Caused by Drowsy or Distracted Driving”. [Online]. Available at: <https://hillcrestmedicalcenter.com/news/accidents-caused-drowsy-or-distracted-driving>.
- [2] “Advanced driver assistance systems”. [Online]. Available at: <https://www.oxts.com/what-is-adidas/>.
- [3] J. Orlovska, F. Novakazi, B. Lars-Ola, M. A. Karlsson, C. Wickman, en R. Söderberg, “Effects of the driving context on the usage of Automated Driver Assistance Systems (ADAS) -Naturalistic Driving Study for ADAS evaluation”, *Transp. Res. Interdiscip. Perspect.*, vol 4, 2020.
- [4] T. Martin, “ADAS: Past, present and future”, 2019. [Online]. Available at: <https://www.vehicleservicepros.com/service-repair/diagnostics-and-drivability/article/21198482/adidas-past-present-and-future>.
- [5] Y. X. Cui, L. Sun, L. H. Sui, J. Kang, en Y. Jiang, “Interactive Safety Analysis Framework of Autonomous Intelligent Vehicles”, *MATEC Web Conf.*, vol 44, bll 2–5, 2016.
- [6] M. INSIDER, “What Is Active Safety?”, *April 23, 2020*. [Online]. Available at: <https://www.aptiv.com/en/insights/article/what-is-active-safety>.
- [7] “What are Anti-Lock Braking Systems (ABS)? - News”. [Online]. Available at: <https://www.trackdays.co.uk/news/anti-lock-braking-system-abs/>.
- [8] K. Nice, “How Anti-Lock Brakes Work”. [Online]. Available at: <https://auto.howstuffworks.com/auto-parts/brakes/brake-types/anti-lock-brake.htm>.
- [9] “Electronic stability control”, 2021. [Online]. Available at: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/esave/esafety_measures_known_safety_effects/electronic_stability_control_en.
- [10] S. Ogbac, “Is Blind-Spot Monitoring Worth It? What Is It Exactly?”, 2020. [Online]. Available at: <https://www.motortrend.com/news/blind-spot-monitoring/>.

- [11] “New 2020 model Suzuki Swift Sport gains technological enhancement”, 2020. [Online]. Available at: <https://www.suzuki.co.nz/cars/suzuki-life/news/article/new-2020-model-suzuki-swift-sport-gains-technological-enhancement/580098>.
- [12] F. Holmes, “Actively looking at passive safety”, *July 16, 2015*. [Online]. Available at: <https://www.automotiveworld.com/articles/actively-looking-passive-safety/>.
- [13] C. & T. Kershaw, “Chrysler, Jeep, Dodge Active Headrest”, 2018. [Online]. Available at: <https://www.kctlegal.com/blog/2018/august/chrysler-jeep-dodge-active-headrest/>.
- [14] “eCall: sistema de emergência a bordo com base no número 112”. [Online]. Available at: https://europa.eu/youreurope/citizens/travel/security-and-emergencies/emergency-assistance-vehicles-ecall/index_pt.htm.
- [15] “SAE”. [Online]. Available at: <https://www.sae.org/>.
- [16] J. Dyble, “Understanding SAE automated driving – levels 0 to 5 explained”, 2020. [Online]. Available at: <https://technologymagazine.com/ai-and-machine-learning/rise-intelligent-service-chain>.
- [17] “Understanding The Traffic Sign Recognition System”, 2020. [Online]. Available at: <https://rts.i-car.com/collision-repair-news/understanding-the-traffic-sign-recognition-system.html>.
- [18] C. Schwarz, J. Gaspar, T. Miller, en R. Yousefian, “The detection of drowsiness using a driver monitoring system”, *Traffic Inj. Prev.*, vol 20, no sup1, 2019.
- [19] D. Brady, “Self-Parking Cars Explained: How Does Automatic Park Assist Work?”, 2020. [Online]. Available at: <https://www.motortrend.com/news/self-parking-cars-explained/>.
- [20] H. A. RESEARCH, “Self-Parking Cars: Quick Guide”. [Online]. Available at: <https://www.caranddriver.com/research/a31995350/self-parking-cars-quick-guide/>.
- [21] C. Wu, Z. Xu, Y. Liu, C. Fu, K. Li, en M. Hu, “Spacing policies for adaptive cruise control: A survey”, *IEEE Access*, vol 8, 2020.

- [22] “Adaptive cruise control for passenger cars”. [Online]. Available at: <https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/solutions/assistance-systems/adaptive-cruise-control/>.
- [23] “O futuro da condução”, 2021. [Online]. Available at: https://www.tesla.com/pt_PT/autopilot.
- [24] “O que é PDF?” [Online]. Available at: <https://acrobat.adobe.com/pt/pt/acrobat/about-adobe-pdf.html>.
- [25] “Mobipocket Reader Desktop”. [Online]. Available at: <https://mobipocket-reader-desktop.en.softonic.com/>.
- [26] “Kindle”. [Online]. Available at: <https://www.amazon.com/Kindle-Now-with-Built-in-Front-Light/dp/B07978J597>.
- [27] P. Cipoli, “O que é ePub?” [Online]. Available at: <https://canaltech.com.br/entretenimento/O-que-e-ePub/>.
- [28] “Apple Books. An all-new chapter.” [Online]. Available at: <https://www.apple.com/apple-books/>.
- [29] “Pressbooks”. [Online]. Available at: <https://pressbooks.com/>.
- [30] “Conheça o WordPress”. [Online]. Available at: <https://pt.wordpress.org/>.
- [31] “Beacon Lead Magnets and Lead Capture”. [Online]. Available at: <https://pt.wordpress.org/plugins/beacon-by/>.
- [32] “Google Docs”. [Online]. Available at: <https://www.google.com/docs/about/>.
- [33] “Publish Express”. [Online]. Available at: <https://publishpress.com/>.
- [34] “Microsoft Word”. [Online]. Available at: <https://www.microsoft.com/pt-pt/microsoft-365/word>.
- [35] “Microsoft PowerPoint”. [Online]. Available at: <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/powerpoint>.
- [36] “Apache:OpenOffice”. [Online]. Available at: <https://www.openoffice.org/pt/>.

- [37] “Adobe Indesign”. [Online]. Available at:
<https://www.adobe.com/pt/products/indesign.html>.
- [38] “UGV Driver Assistant”. [Online]. Available at:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.infocomltd.ugvassistant>.
- [39] “Driver Assistance System (ADAS) - Dash Cam”. [Online]. Available at:
[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.thefrenchsoftware.driverassistanc
esystem](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.thefrenchsoftware.driverassistanc
esystem).
- [40] “Lane Identification Pro : Lane Detection (ADAS)”. [Online]. Available at:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vembarllc.laneidentificationpro>.
- [41] “aCoDriver 5”. [Online]. Available at:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.evotegra.aCoDriver>.
- [42] “Smart Dash Cam”. [Online]. Available at:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=ipcamssoft.com.smartdashcam>.
- [43] “Driver Attention Alert lite”. [Online]. Available at:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=aa.vrazhkin.driverattentionallite>.
- [44] “Sleep Alert & GPS Speedometer Car Heads”. [Online]. Available at:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ax.speedometer.sleep.alert>.
- [45] “Drivvo: Controle financeiro do motorista e veículo”. [Online]. Available at:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.ctncardoso.ctncar>.
- [46] “The Euro Rescue app is now available for download - huge breakthrough in extrication for all first responders”, 2020. [Online]. Available at:
<https://www.ctif.org/news/euro-rescue-app-now-available-download-huge-breakthrough-extrication-all-first-responders>.
- [47] “Euro RESCUE”. [Online]. Available at:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.euroncap.rescue>.
- [48] “Roadside Assistance 24”. [Online]. Available at:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.softformobile.Evakuator>.

Anexo A. e-book

Neste anexo está um link no qual pode ser consultado e visualizado o *e-book* desenvolvido, e uma versão mais amigável à impressão.

Versão original:

<https://1drv.ms/b/s!AvYTv2dq8FEEgbxUsqQGdVe2lNcV7Q?e=dXE8qN>

Versão para impressão:

<https://1drv.ms/b/s!AvYTv2dq8FEEgbxVbGjAoSf2QFrFsw?e=wuaaht>

Anexo B. Guião Prático

Neste anexo está um link no qual pode ser consultado e visualizado o guião prático desenvolvido.

<https://1drv.ms/b/s!AvYTv2dq8FEEgbxT87zp9idaGfTL7Q?e=LfDUd7>