U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA UNIVERSIDADE DO PORTO

# Adequabilidade dos Limites de Velocidades em Autoestradas

**ISADORA BRUCK PY VELLOSO**

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM VIAS DE COMUNICAÇÃO**

Orientador: Professor Doutor José Pedro Maia Pimentel Tavares

JULHO DE 2022

**MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2021/2022**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

http://www.fe.up.pt

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2021/2022 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2022*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

À minha mãe,

*Olhe para dentro de você. Você é muito mais do que pensa que é.*

*Mufasa, O Rei Leão*

**AGRADECIMENTOS**

Por trás deste documento há muito mais do que é percetível, obtive apoio das mais diversas formas para que fosse possível alcançar este objetivo e concluí-lo com sucesso. Por este motivo tenho muito a agradecer ao Universo por sempre me proporcionar as condições necessárias para vencer todos os desafios que me são propostos.

Antes de mais, gostaria de agradecer a todos os meus professores que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui, acredito que cada um empreendeu parcela importante para que eu evoluísse gradualmente até aqui. Em especial aos professores José Pedro Maia Pimentel Tavares, Sara Maria Pinho Ferreira e António José Fidalgo do Couto, que me acompanharam em um período importante da minha vida académica e que contribuíram fortemente pelo meu interesse pela Engenharia Civil, em especial à área de Vias de Comunicação.

Também agradeço pela excelente oportunidade que tive em trabalhar na Ascendi, que me proporcionou uma experiência profissional em um ambiente de trabalho muito agradável. Pude participar do setor do Serviço de Segurança Rodoviária, onde tive o imenso prazer de trabalhar ao lado dos Engenheiros João Neves, Carlos Oliveira, Telma Silva e Tiago Jorge, juntamente com minha colega Caroline Machado. Lá, além de aprender coisas novas, consegui aplicar um pouco do que aprendi durante meu curso, trabalhar com dados atuais e ainda experienciar situações reais nas próprias concessões da empresa.

Agradeço à universidade de um modo geral e às pessoas que conheci por causa dela, seja na FEUP em Portugal ou na UFRGS no Brasil. Tenho a certeza de que todas as escolhas que fiz neste círculo me possibilitou de conhecer pessoas incríveis e de ter experiências únicas. Agradeço especificamente ao meu amigo e colega Leonardo Sartori Pires que desde meu primeiro semestre tive o prazer de compartilhar algumas aulas e trabalhos da mesma forma como encerramos juntos nossas últimas matérias e provas deste longo percurso, tendo estado constantemente presente nesta reta final. Uma amizade peculiarmente engraçada que com certeza tornou todos estes desafios mais leves.

Aos meus amigos, esses mesmos, que comemoram comigo e também me puxam as orelhas, que me suportam e me dão suporte, que de longe ou perto me amam e fazem questão que eu saiba disso, e que acabam, assim, sendo um pouco filhos da minha mãe também. Agradeço por serem meus anjos da guarda de plantão.

À Guria, agradeço pela simples existência dela em minha vida. Minha terapia ambulante, minha preocupação constante e minha incansável protetora. Ficou colada em mim desde o primeiro dia juntas e depois disso carreguei parte dela comigo para todo lado que fui, literalmente.

À minha base, meu porto seguro, minha família. Cada um deles que, de sangue ou não, contribuiu para eu ser quem sou hoje. Exemplos e ensinamentos constantes que me guiaram rumo ao meu próprio caminho. E, finalmente, à minha versão retrô, meu modelo de ser humano, minha heroína. Aquela que se orgulha de todas as minhas conquistas, mesmo as mais pequeninas e que me apoia em todas as circunstâncias. Aquela a quem dedico não só este trabalho, mas também todo o esforço realizado para o alcançar. Sem ela eu não teria chegado tão longe, obrigada mãe. Te amo!

**RESUMO**

O sistema rodoviário ainda é responsável por uma boa parte dos meios de transporte utilizados em Portugal. Sendo assim, não é surpresa que a rede rodoviária portuguesa esteja entre as maiores da Europa. Atualmente, a rede de autoestradas em Portugal é altamente desenvolvida e compreende quase todo o território nacional, interligando desde o litoral até as cidades do interior. Por essa razão é importante que as estradas estejam em boas condições e bem sinalizadas para que assim proporcionem quer boas condições de circulação quer um ambiente seguro para os condutores.

A segurança das autoestradas está diretamente ligada à qualidade das vias, sendo preciso que a geometria esteja bem definida, que o ambiente esteja desobstruído, que a infraestrutura esteja conservada e que as vias estejam bem sinalizadas. Mas, sobretudo, é importante ressaltar que estes fatores não serão suficientes para garantir uma circulação cautelosa, pois há um interveniente mais importante que acaba sempre por ser relacionado com a segurança, seja direta ou indiretamente, a velocidade. Assim, é ineficaz ter uma via em perfeitas condições se a velocidade não se adequar à mesma.

Avaliando, então, a significância da velocidade para manter um sistema rodoviário seguro, é preciso garantir que os limites de velocidade sejam bem aplicados consoante cada local específico. Então imagina-se que os limites de velocidades das autoestradas atuais estejam bem empregados permitindo uma circulação segura nas mesmas. No entanto, como ao longo dos anos variam as diversas condições de tráfego e/ou ocorrem reformulações das normas existentes, pode ocorrer que os limites de velocidades estejam desatualizados e/ou inadequados, podendo agravar o risco de ocorrerem acidentes.

Desta forma, o estudo em causa procura identificar métodos que verifiquem a adequabilidade dos limites de velocidades e aplicá-los com o intuito de indicar possíveis correções quando necessário. A metodologia proposta, aplicada em um caso prático, investigou vários fatores que conforme a velocidade a que um veículo circula, pode representar riscos à segurança do mesmo, demonstrando que a implementação de limites mais baixos poderá contribuir para a redução destes riscos.

O caso de estudo foi realizado em uma autoestrada concessionada pela Ascendi onde foi verificado, em todo o traçado, as características da via e as condições de circulação na mesma com dados atualizados para se obterem resultados mais concisos. Os resultados obtidos a partir dos métodos propostos poderão, futuramente, serem aplicados em outra autoestradas, na tentativa de encontrar estradas que possam ter os limites alterados, propiciando maiores condições de segurança aos utilizadores.

PALAVRAS-CHAVE: Limites de Velocidades; Segurança Rodoviária; Sinistralidade Rodoviária; Autoestradas; Sinalização Rodoviária; Geometria do Traçado.

**ABSTRACT**

The road traffic system still represents a major part of the transportation modes in Portugal. It is, therefore, not surprising that the Portuguese motorway network is among the largest ones in Europe. Currently, the motorway network in Portugal is highly developed and extends itself almost the entire national territory, interconnecting cities from the coast to the countryside. For this reason, it is important that roads are kept in good conditions and well signalized, so that they may be safely used by drivers.

Road safety is directly linked with the quality of the roadways. In other words, it is required that road design is well defined, that the environment is unobstructed, that road structures are preserved and that the roadways are well signalized. But, above all, it is important to highlight that these factors are not sufficient to guarantee safe circulation, as there is an important intervenient that ends up always being related to road safety, directly or indirectly, speed. Thus, it is ineffective to have a roadway in perfect conditions if the operational speeds are not adequate.

Therefore, assessing the significance of speed for maintaining a safe road system, is needed to ensure that the speed limits are well applied according to each specific location. One can therefore imagine that the speed limits of current motorways are well employed, allowing a safe circulation on these. However, since traffic conditions and/or existing standards are reformulated over time, it may occur that these speed limits become outdated and inadequate, which may increase the risk of accidents.

In this sense, this study seeks to identify methods that verify the suitability of speed limits and apply them in order to indicate possible corrections whenever necessary. The proposed methodology, applied to real case study, investigated several factors that, depending on the speed at which a vehicle circulates, can pose risks to its safety, demonstrating that the implementation of lower limits could contribute to the reduction of those risks.

The case study was carried out on a ASCENDI motorway, where it was verified, throughout the alignment, the characteristics of the roadway and the circulation conditions with updated data to obtain more concise results. The results obtained from the proposed methods may, in the future, be applied to other motorways in the attempt to find roads that may have their limits altered, providing more safety to drivers.

KEYWORDS: Speed Limits; Road Safety; Road Accidents; Motorways; Road Signs; Roadway Design.

**ÍNDICE GERAL**


**1 INTRODUÇÃO ..... 1**

1.1. Enquadramento ..... 1

1.2. Objetivos ..... 2

1.3. Estrutura do Trabalho ..... 2

**2 VELOCIDADE E INFRAESTRUTURA ..... 3**

2.1. Preâmbulo ..... 3

2.2. Definições de Velocidade ..... 3

2.3. Velocidade como Parâmetro de Projeto ..... 4

2.4. Velocidade e Segurança ..... 5

2.4.1. Gestão da Velocidade ..... 7

2.5. Fatores Influentes na Escolha da Velocidade ..... 7

2.5.1. Fatores Influentes na Definição dos Limites de Velocidade pelo Projetista ..... 8

2.5.2. Fatores Influentes na Escolha da Velocidade pelos Condutores ..... 8

**3 PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DA ADEQUABILIDADE DOS LIMITES DE VELOCIDADES EM AUTOESTRADAS ..... 11**

3.1. Preâmbulo ..... 11

3.2. Fatores ..... 12

3.2.1. Características Geométricas das Vias ..... 12

3.2.2. Histórico de Acidentes ..... 13

3.2.3. Velocidade de Tráfego [V85] ..... 13

3.2.4. Volume de Tráfego ..... 13

3.2.5. Classe da Via ..... 14

3.3. Recolha dos Dados de Velocidade ..... 14

3.3.1. Funcionamento dos Radares Utilizados ..... 14

3.3.2. Leitura das Medições dos Radares ..... 15

3.4. Tratamento de Dados ..... 15

3.4.1. Adequabilidade da Geometria das Vias ..... 16

3.4.1.1. Curvas em planta: Parte Circular ..... 16

3.4.1.2. Curvas em perfil: Concordâncias Verticais ..... 18

3.4.1.3. Rampas de Aceleração ..... 20

3.4.1.4. Rampas de Desaceleração ..... 21

3.4.2. Histórico de Acidentes ..... 22

3.4.3. Volumes de Tráfego ..... 23
3.4.4. Identificação da Velocidade Operacional [V85] ..... 23
3.4.5. Validação da Classe da Via ..... 23
**4 CASO DE ESTUDO DA A25 ..... 25**
4.1. Preâmbulo ..... 25
4.2. Concessão Costa de Prata ..... 26
4.3. Descrição da Autoestrada (A25) ..... 28
4.3.1. Barra/Porto de Aveiro – Gafanha da Encarnação ..... 30
4.3.2. Gafanha da Encarnação – Gafanha da Nazaré ..... 31
4.3.3. Gafanha de Nazaré – Pirâmides ..... 32
4.3.4. Pirâmides – Esgueira ..... 33
4.3.5. Esgueira – Aveiro Nascente ..... 34
4.3.6. Aveiro Nascente – Estádio ..... 35
4.3.7. Estádio – Angeja Poente ..... 36
4.3.8. Angeja Poente – Angeja ..... 37
4.3.9. Angeja – Albergaria/A1 ..... 38
4.4. Aplicação da Metodologia ..... 39
4.4.1. Metodologia de acordo com a Geometria ..... 40
4.4.2. Metodologia de acordo com os Acidentes ..... 41
4.4.3. Metodologia de acordo com o Percentil 85 ..... 42
4.4.4. Metodologia de acordo com o Tráfego ..... 43
4.5. Discussão de Resultados ..... 44
4.5.1. Avaliações Individuais da Geometria ..... 44
4.5.2. Apreciação Global ..... 50
**5 CONCLUSÕES ..... 53**
5.1. Perspetivas Futuras ..... 56
**ANEXOS ..... 61**
Anexo 1 Sinistralidade na A25 – Costa de Prata ..... 63
Anexo 2 Exemplo de Relatório de Acidentes ..... 65
Anexo 3 Exemplo de Relatório de Leituras de Velocidade a partir dos Radares ..... 69
Anexo 4 Dados de Referência ..... 83
Anexo 5 Cruzamento de Dados ..... 91
Anexo 6 Mapas da Proposta de Solução ..... 95

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 2.1 - Relação entre o risco de acidente e a diferença da velocidade de circulação relativamente à velocidade média (Cardoso, J. L., 2010) ..... 6

Figura 2.2 - Power Model de Nilsson: relação entre a velocidade e a sinistralidade (Nilsson, G., 2004)7

Figura 3.1 - Representação do funcionamento do equipamento de radar utilizado ..... 14

Figura 3.2 - Instalação de radar na autoestrada ..... 15

Figura 3.3 – Via de aceleração do tipo paralelo (Silva, A. M. B., Seco, A. J. M. e Macedo, J. M. G., 2008) ..... 21

Figura 3.4 – Via de desaceleração para viragem à direita (Silva, A. M. B., Seco, A. J. M. e Macedo, J. M. G., 2008) ..... 22

Figura 4.1 – Distribuição da extensão da rede Ascendi (adaptada de Ascendi, 2021) ..... 26

Figura 4.2 – Distribuição dos acidentes por concessão da rede Ascendi (adaptada de Ascendi, 2021) 27

Figura 4.3 - Comparação de acidentes entre concessões e autoestradas de 2019 a 2021 ..... 27

Figura 4.4 – Mapa da concessão da Costa de Prata (Ascendi, 2021) ..... 29

Figura 4.5 – Mapa da A25 na concessão da Costa de Prata ..... 30

Figura 4.6 – Sublanço entre o Nó da Barra de Aveiro, o Nó do Porto de Aveiro e o Nó de Gafanha da Encarnação ..... 31

Figura 4.7 – Sublanço entre o Nó da Gafanha da Encarnação e o Nó de Gafanha da Nazaré ..... 32

Figura 4.8 – Sublanço entre o Nó da Gafanha da Nazaré e o Nó de Pirâmides ..... 33

Figura 4.9 – Sublanço entre o Nó de Pirâmides e o Nó de Esgueira ..... 34

Figura 4.10 – Sublanço entre o Nó de Esgueira e o Nó de Aveiro Nascente ..... 35

Figura 4.11 – Sublanço entre o Nó de Aveiro Nascente e o Nó do Estádio ..... 36

Figura 4.12 – Sublanço entre o Nó do Estádio e o Nó de Angeja Poente ..... 37

Figura 4.13 – Sublanço entre o No de Angeja Poente e o Nó de Angeja ..... 38

Figura 4.14 – Sublanço entre o Nó de Angeja e o Nó da Albergaria ..... 39

Figura 4.15 - Exemplo de desenho do projeto em planta e perfil longitudinal ..... 41

Figura 4.16 – Exemplo de mapa de acidentes da base de dados da Ascendi ..... 42

Figura 4.17 - Exemplo das amostras de velocidades recolhidas na autoestrada ..... 43

Figura 4.18 - Exemplo das amostras de tráfego recolhidas na autoestrada ..... 44

Figura 4.19 - Localização das curvas em planta avaliadas ..... 45

Figura 4.20 - Localização das concordâncias verticais avaliadas ..... 46

Figura 4.21 - Localização das zonas de transição avaliadas ..... 47

Figura 4.22 – Número de acidentes de 2019 a 2021 da A25 – CP por quilometragem de cada sublanço ..... 48

Figura 4.23 - Gráfico representativo do número de acidentes proporcional à extensão e ao tráfego de cada sublanço entre o ano de 2019 e 2021 ..... 51

Figura 5.1 - Limites de velocidades atuais no sentido crescente da A25-CP ..... 54

Figura 5.2 - Limites de velocidades atuais no sentido decrescente da A25-CP ..... 54

Figura 5.3 - Proposta de alteração do limite de velocidade próximo ao nó de Pirâmides ..... 55

Figura 5.4 - Proposta final de alteração dos limites de velocidade na A25-CP ..... 56

**ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 3.1 - Coeficientes de aderência transversal (adaptada de InIR, 2010)..... 17

Tabela 3.2 – Raios mínimos em planta (adaptada de InIR, 2010) ..... 18

Tabela 3.3 - Raio mínimo das concordâncias convexas (adaptada de InIR, 2010)..... 19

Tabela 3.4 - Raio mínimo das concordâncias côncavas (adaptada de InIR, 2010) ..... 20

Tabela 3.5 – Extensão mínima total e do bisel das vias de aceleração (adaptada de Silva, A. M. B., Seco, A. J. M. e Macedo, J. M. G., 2008)..... 21

Tabela 3.6 – Extensão mínima do bisel das vias de desaceleração do tipo direto para viragem à direita (adaptada de Silva, A. M. B., Seco, A. J. M. e Macedo, J. M. G., 2008)..... 22

Tabela 4.1 – Total de acidentes e vítimas em cada sublanço da A25-CP ..... 28

Tabela 4.2 – Exemplo de geometria da via discordante da norma..... 41

Tabela 4.3 - Resultados recolhidos a partir da utilização dos radares no sentido crescente ..... 49

Tabela 4.4 - Resultados recolhidos a partir da utilização dos radares no sentido decrescente..... 49

Tabela 4.5 – Resumo dos dados avaliados referentes aos sublanços da A25-CP ..... 51

**SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS**

A25 – Autoestrada 25

CP – Costa de Prata

DP – Distância de Visibilidade de Paragem

fl – Coeficiente Longitudinal de Atrito

ft – Coeficiente Transversal de Atrito

i – Inclinação

INIR – Instituto de Infraestruturas

L – Comprimento

LA – Comprimento Mínimo Absoluto

LN – Comprimento Mínimo Normal

PK – Ponto Quilométrico

PRP – Prevenção Rodoviária Portuguesa

R – Raio

RA – Raio Mínimo Absoluto

RN – Raio Mínimo Normal

Rv – Raio Vertical

Se – Sobrelevação

TMD – Tráfego Médio Diário

TMDA – Tráfego Médio Diário Anual

V – Velocidade

V85 – Velocidade do Percentil 85

VB – Velocidade Base

VT – Velocidade de Tráfego

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1. Enquadramento

A segurança rodoviária tem por objetivo tornar as infraestruturas rodoviárias mais seguras prevenindo os acidentes de modo evitar lesões e mortes aos ocupantes dos veículos. Isto ocorre porque existe uma grande gama de medidas de segurança que podem ser adotadas conforme as necessidades identificadas (ERSO, 2015). Mesmo existindo uma certa padronização nas aplicações das normas, tais medidas são definidas de acordo com cada estrada, sendo necessário consideraras diferenças existentes entre cada tipo de via. Quando as estradas se encontram plenamente adaptadas às medidas preventivas de acordo com suas particularidades há a expectativa de que sejam tão seguras quanto possível.

Os limites de velocidades existem em todas as vias e mesmo quando não há sinalização e é esperado que os condutores pratiquem velocidades dentro dos padrões apropriados à classe da via, conhecimento este exigido para a obtenção da carta de condução. Tais limites são impostos com o propósito de proporcionar um tráfego fluido e seguro, pois subentende-se que ao se circular dentro dos limites o condutor consiga ter um bom tempo de reação e controle de travagem, evitando assim possíveis acidentes.

O que se espera do ponto de vista da engenharia é maximizar o escoamento do tráfego, reduzindo tempos de espera e outros atrasos desnecessários, adotando a maior velocidade admissível que ainda garanta a segurança necessária. A partir do momento em que o limite de velocidade deixa de assegurar a proteção dos utilizadores, significa que é preciso ser reavaliada a sua definição. Sendo assim, este estudo propõe algumas metodologias capazes de identificar limites de velocidades existentes nas autoestradas inadequados no que respeita à segurança rodoviária.

Com esta finalidade, foi analisada uma autoestrada concessionada pela Ascendi, de modo a se averiguar e melhorar a qualidade do serviço oferecido. Nesta autoestrada foram estudados dados atuais e de anos anteriores possibilitando uma analogia e avaliação da evolução do desempenho da rodovia. Fundamentado nos resultados alcançados, foram encontradas conclusões pertinentes que podem originar soluções relevantes e de aplicabilidade plausível, de forma que se possa aproveitar futuramente o estudo realizado para outras autoestradas e porventura adaptar os limites a velocidades mais adequadas às condições encontradas.

## 1.2. Objetivos

Do ponto de vista da Segurança Rodoviária o objetivo é sempre reduzir as probabilidades de ocorrerem acidentes ou, quando não for possível, diminuir a gravidade dos mesmos. Deste modo, o objetivo principal deste trabalho foca-se na verificação da adequabilidade dos limites de velocidades em autoestradas, servindo para identificar possíveis pontos de alteração dos limites a fim de prevenir os riscos de sinistros devido ao excesso de velocidade.

## 1.3. Estrutura do Trabalho

O presente estudo encontra-se dividido em quatro partes, além desta primeira introdução, sendo elas uma breve introdução ao estudo da velocidade e seus conceitos, uma proposta de diferentes processos de avaliação do limite de velocidade numa determinada autoestrada já existente, uma aplicação da metodologia explicada num caso real julgado com a possível inadequação dos limites de velocidades atuais, finalizando com a explicação dos resultados obtidos e apresentando uma ou mais hipóteses de adaptação à rodovia quando concluído sobre a necessidade de alguma modificação a respeito do regime de limites em vigor.

Os processos e normas utilizados como base são descritos ao longo do trabalho, assim como os valores reais e atualizados aplicados nos moldes de verificação com a finalidade de ilustrar os procedimentos e facilitar o entendimento.

# 2
# VELOCIDADE E INFRAESTRUTURA

## 2.1. Preâmbulo

No presente estudo são aplicados diversos conceitos de velocidade, pelo facto de servirem para diferentes análises. Por este motivo, é relevante esclarecer não só as várias definições de velocidade como também outras variáveis e a influência das mesmas quer no projeto quer nas condições reais de circulação de uma infraestrutura rodoviária, proporcionando quer a mobilidade quer a segurança.

A velocidade fixada para uma dada infraestrutura rodoviária está diretamente relacionada com a mobilidade que a mesma irá proporcionar procurando garantir igualmente a segurança rodoviária. De facto, o principal objetivo da Segurança Rodoviária é a redução ou, se possível, a eliminação dos acidentes rodoviários tendo em atenção, mas não só, a legislação e normas que fixam critérios de traçado tendo presente a velocidade. No entanto, existe sempre a probabilidade de ocorrência de acidentes associada a diversos fatores, nomeadamente pelo facto dos condutores adotarem um comportamento inadequado tendo presente quer a sua segurança quer a de terceiros.

Deste modo, é necessário perceber a influência da velocidade fixada na fase de projeto no dimensionamento dos diferentes elementos geométricos de uma infraestrutura rodoviária que por sua vez determinam todo o processo de construção e exploração da via. Para a fase de exploração, é especialmente relevante a influência dessa escolha na definição da velocidade máxima legal de circulação.

## 2.2. Definições de Velocidade

Neste ponto pretende-se fazer uma descrição sucinta e não exaustiva das diferentes definições associadas à velocidade abordadas no presente trabalho, quer ao nível do projeto (fixadas/calculadas), quer ao nível da exploração (observadas). No primeiro nível são relevantes as velocidades base e específica, no segundo as velocidades médias, sendo a velocidade de tráfego um aspeto a considerar em ambos os níveis.

As velocidades, específica e base, de acordo com as normas do traçado (InIR, 2010) estipulam o máximo valor possível de acordo com critérios de segurança, mas são aplicadas de maneiras diferentes de acordo com um projeto. Ao longo do traçado, por exemplo, podem ser encontrados diferentes valores mínimos para a velocidade em cada trecho específico de uma estrada, de acordo com as características

geométricas dos mesmos, sendo assim classificada como velocidade específica. O menor valor encontrado dentre todos estes será estipulado como parâmetro base para a determinação de uma velocidade constante para toda a via, por isso o termo velocidade base. A principal diferença entre elas é que a primeira pode representar valores diferentes ao longo do traçado, iguais ou superiores ao mínimo estipulado, enquanto a segunda representa um valor mínimo constante para todo o traçado que deve ser assegurado.

Assim, a velocidade base caracteriza o valor máximo garantido em condições de conforto e segurança ao longo de todo o traçado e a velocidade específica caracteriza individualmente os diferentes elementos geométricos do traçado, sendo usualmente aplicada para avaliação da homogeneidade do projeto do traçado. Os valores para estas velocidades são estabelecidos ainda em fase de projeto e condicionam as características geométricas da via (AASHTO, 2011).

A velocidade base, também conhecida como velocidade de projeto, é aquela que deve ser escolhida para efeito de projeto, que pode ser correlacionada com as características geométricas duma estrada e que influencia a velocidade de operação ou de tráfego. Na sua fixação, esta velocidade deve atender à topografia do terreno envolvente, à importância e classificação da estrada, ao tráfego esperado e ao investimento que se pretende dedicar à infraestrutura. Será ainda a velocidade máxima de segurança a garantir em todos os pontos particulares mais desfavoráveis no que se refere às respetivas características geométricas conforme definidas nas normas do traçado (InIR, 2010).

A definição de velocidade média resulta de os veículos, numa dada infraestrutura, não circularem à mesma velocidade podendo ser definida por velocidade média no tempo ou no espaço, conforme o método de cálculo, e refletindo diferentes variáveis de desempenho. Enquanto a primeira estipula a velocidade média numa dada secção (média das velocidades instantâneas) a segunda reflete o tempo de ocupação de um dado segmento de via (média harmónica das velocidades instantâneas).

A velocidade de tráfego, pode ser definida tanto em projeto como em operação. Ainda em projeto a velocidade de tráfego está relacionada de modo teórico com a velocidade base, estando ambas tabeladas de acordo com às normas do traçado (InIR, 2010) e utilizadas como parâmetros para dimensionamentos de distâncias de visibilidade e outros elementos geométricos da estrada. Entretanto, durante a fase de exploração, também é interpretada como velocidade não impedida ou percentil 85. Pode ser definida como a velocidade à qual um veículo ligeiro circula efetivamente numa via com um volume de tráfego reduzido, de forma que as condicionantes impostas pelos outros veículos são desprezáveis, sendo apenas consideradas as características do traçado.

## 2.3. Velocidade como Parâmetro de Projeto

A velocidade é um parâmetro fundamental para a elaboração de um projeto, uma vez que condiciona a seleção e o controle dos diferentes elementos geométricos do traçado de uma via rodoviária. Observe-se que na definição do traçado deverão estar presentes outros critérios importantes, tais como segurança, comodidade e economia. É necessário então reunir as possibilidades que se encaixem nestes aspetos e ainda otimizem os critérios acima citados.

A importância dada à velocidade dá-se principalmente por esta estar muitas vezes relacionada a outros requisitos envolvendo a segurança. Além disso, há situações em que a variação da velocidade é ainda mais crucial pelo facto de não ter uma relação linear, como por exemplo com as distâncias de visibilidade

(DP [m]) em geral, exemplificado na Equação 2.1 ou o raio das curvas (R [m]), na Equação 2.2 (InIR, 2010).

$$DP = \frac{VT}{1{,}8} + \frac{VT^2}{254*(f_l \pm i)} \quad (2.1)$$

Onde,

VT [km/h] - Velocidade de Tráfego;

$f_l$ [ ]- Coeficiente de Atrito Longitudinal;

i [ ] - Declive do Trainel.

$$R = \frac{V^2}{127*(f_t + Se)} \quad (2.2)$$

Onde,

V [km/h] - Velocidade;

$f_t$ [ ] - Coeficiente de Atrito Transversal;

Se [ ] - Sobrelevação.

## 2.4. Velocidade e Segurança

Para justificar a razão de se estudar especificamente o fator velocidade é preciso identificar a relevância que este tem quando relacionado com a segurança rodoviária. Este parâmetro, conforme já visto, está diretamente relacionado com os riscos de envolvimento dos veículos em acidentes e esta relação já foi outras vezes explicitada matematicamente uma vez que a velocidade influencia no campo de visão dos condutores, nos tempos de reações e nas distâncias de travagem. Para este tema são de seguida apresentados dois diferentes estudos que se complementam e demonstram graficamente a variação dos riscos para diferentes velocidades de tráfego.

As relações envolvendo a velocidade e a segurança são tão acentuadas que há muito já se aplicam teoremas e outros modelos de previsão de acordo com a respetiva variação. De acordo como a teoria estudada por David Solomon, existe uma relação clara entre a taxa de colisão entre os veículos em função da velocidade média a qual eles viajam (Figura 2.1). Este estudo baseou-se na relação entre a velocidade média dos veículos e os índices de colisões, verificando como as condições da via, do veículo e de outros condutores afetavam as probabilidades da ocorrência de acidentes. Genericamente, a conclusão deste estudo foi que tanto veículos conduzindo abaixo da velocidade média dos demais quanto acima prejudicam o equilíbrio no funcionamento da via. Ressalta-se que isso não define uma velocidade média padrão para dada rodovia, apenas indica que a sinistralidade é mais reduzida quando os veículos circulam em velocidades mais semelhantes

Na Figura 2.1 apresenta-se a denominada Curva de Solomon que relaciona o risco de acidente com o diferencial das velocidades de circulação relativamente à velocidade média (Cardoso, J. L., 2010).

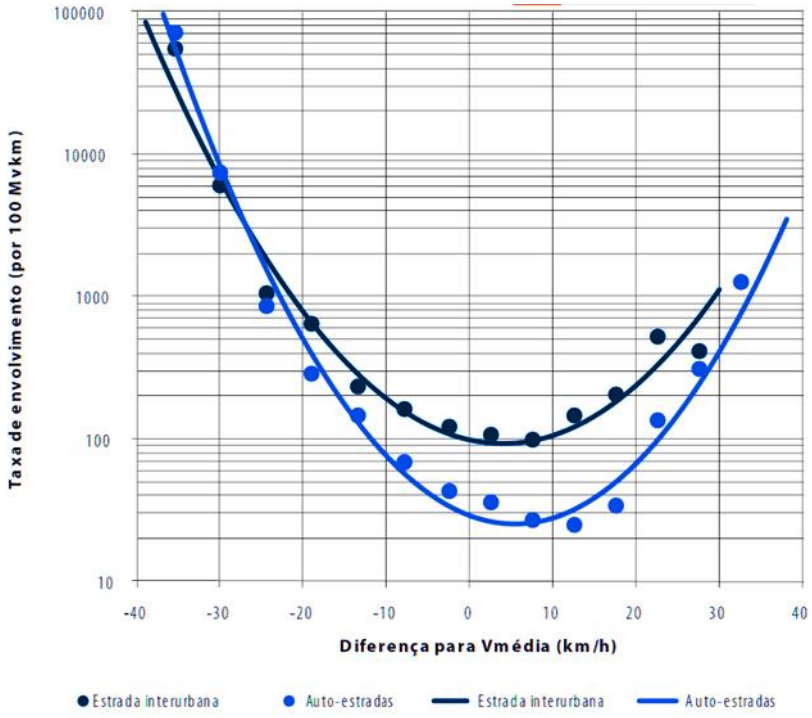



Figura 2.1 - Relação entre o risco de acidente e a diferença da velocidade de circulação relativamente à velocidade média (Cardoso, J. L., 2010)

Ainda pelos estudos do Dr. Göran Nilsson, que conseguiu adaptar a fórmula da energia cinética, descartando o efeito da massa, para descrever a relação entre a variação das velocidades médias e o número de acidentes fatais devido a essa mudança, (Equação 2.3), denominada por "Power Model de Nilsson":

$$A_{fatais\,2} = A_{fatais\,1}\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^4 \tag{2.3}$$

Onde,

$v_i$ [m/s] - Velocidades;

$A_i$ [un,] - Número de acidentes fatais de acordo com a velocidade para o cenário "antes" e "depois".

Esta relação fica mais explícita de acordo com o gráfico apresentado na Figura 2.2, que reflete o impacto causado na ocorrência dos acidentes e nas suas gravidades, pela variação da velocidade de circulação dos veículos. No entanto, esta teoria exige uma análise estatística muito específica das características da

rede rodoviária por um certo período de tempo em que as mesmas precisam se manter razoavelmente estáveis para ser possível a aplicação do método (Nilsson, G., 2004).

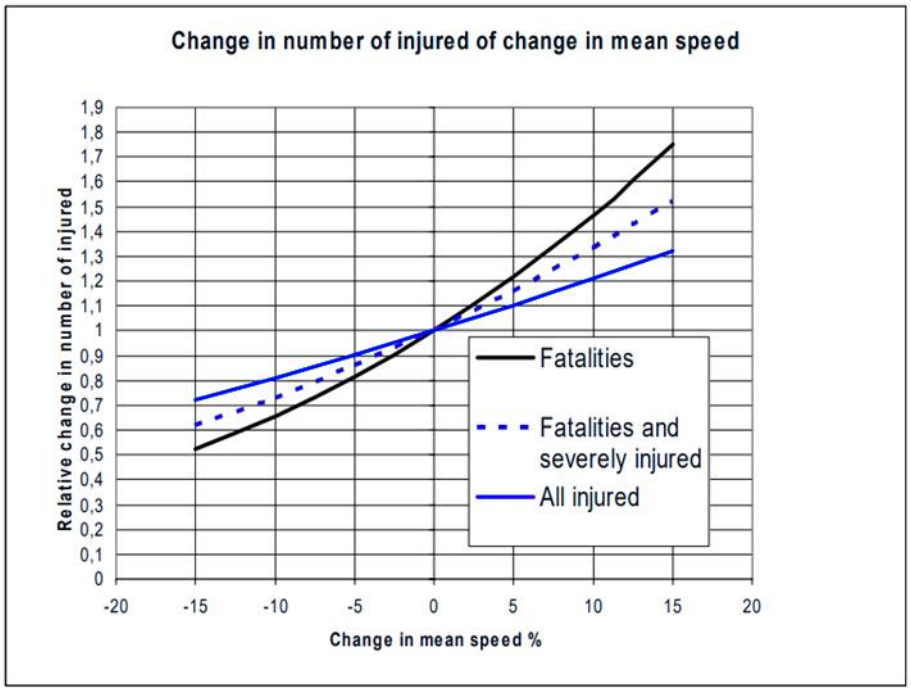



Figura 2.2 - Power Model de Nilsson: relação entre a velocidade e a sinistralidade (Nilsson, G., 2004)

### 2.4.1. Gestão da Velocidade

A alteração *à posteriori* de limites legais de velocidade, isto é, a alteração de limites legais de velocidade máxima após uma infraestrutura rodoviária entrar em operação, é uma intervenção que visa a segurança rodoviária, dado que, quando é fixada uma diminuição na velocidade, mantendo boas condições de mobilidade, tendem a baixar riscos e gravidade de acidentes para todos os utilizadores (GRSP, 2008).

Uma eventual diminuição do limite de velocidade aplicada posteriormente reduzirá a variação das velocidades tendo presente as condições reais, seja no que se refere às características da envolvente da estrada, seja nas variações do comportamento do condutor. Deste modo, o conceito de gestão de velocidades tem como o objetivo a implementação dos limites de velocidade que permitam reduzir a probabilidade de incidência de velocidades excessivas se possível, não reduzindo totalmente a mobilidade. Este campo da engenharia de tráfego trata da conservação dos aspetos externos ou da própria via que contribuem para que sejam oferecidas as condições mais próximas às ideais para uma condução adequada.

## 2.5. Fatores Influentes na Escolha da Velocidade

A velocidade praticada pelos condutores depende de inúmeros fatores, difíceis de quantificar para que a avaliação seja precisa e padronizada, tais como perfil dos condutores, tipo de veículos, volume de

tráfego, topografia, etc. Contudo, um dos principais parâmetros que relaciona a escolha e controle da velocidade são os elementos geométricos do traçado, que permitem uma análise mais prática envolvendo segurança, comodidade e economia de acordo com cada projeto (Cardoso, J. L., 2010).

Os diferentes fatores citados, levam os condutores a estabelecerem critérios de decisão que definam a velocidade a qual irão circular. Portanto, é importante perceber de que forma estes fatores interferem nas decisões dos condutores para que seja possível direcioná-los à adoção de velocidades dentro dos limites legais, que fomentem a segurança na via.

### 2.5.1. Fatores Influentes na Definição dos Limites de Velocidade pelo Projetista

Na elaboração de um projeto a componente de segurança é fundamental, sendo nesta fase que se analisa os riscos existentes de forma mais concreta. É possível através de princípios físicos determinar as características geométricas de uma estrada de modo a influenciar o comportamento dos condutores ao nível do cumprimento dos limites de segurança.

Um dos principais aspetos relacionados com a elaboração do projeto são as condicionantes, aplicáveis. São exemplos de condicionantes, o facto ser um projeto raiz ou um projeto de retificação, como foi o caso da A25 (caso de estudo) em que foi necessário adaptar-se ao traçado existente que já se encontrava em operação. É assim muito relevante aquando da análise de um projeto a averiguação do cumprimento do disposto nas normas técnicas, como ter o enquadramento das escolhas realizadas e as possíveis adaptações que são realizadas após ou durante a fase de exploração.

### 2.5.2. Fatores Influentes na Escolha da Velocidade pelos Condutores

Os condutores de maneira geral preferem adotar velocidades que consideram seguras, sendo assim raro que as mesmas sejam excessivas. É bastante reduzida a parcela de utilizadores propensos a conduzirem no limite que seus veículos e/ou que as estradas são capazes de garantir, visto que isto está relacionado com o seu desejo de se manterem em segurança.

Desta forma, um dos métodos de se determinar uma velocidade segura para um determinado trecho de via é a partir da perceção dos próprios condutores que podem variar de acordo com os seguintes fatores (Marques, É. C. S., 2012) (Jorge, T. A. R., 2021):

- **Sinalização:** o primeiro reflexo rumo à escolha de uma velocidade adequada aos limites legais é, ou pelo menos deveria ser, a própria sinalização de trânsito. A partir da ideia de que todos os condutores conhecem as normas e sabem interpretar os sinais à sua volta, a simples presença dos mesmos já será relevante o suficiente para reforçar a ideia de até onde se pode conduzir sem infringir as leis;
- **Fiscalização:** reconhece-se que a fiscalização realizada por meio de radares fixos, afeta a postura do condutor mesmo que pontualmente, nas proximidades dos mesmos. No caso dos radares móveis, mesmo admitindo que também passem a mesma sensação aos condutores, na maioria das vezes estes são surpreendidos. Este facto faz com que possam não pensar significativamente nas ações de escolha de velocidade;
- **Tempo de viagem:** um dos fatores de maior influência nesta questão está relacionado com a distância de viagem e consequentemente o tempo gasto durante o percurso. A sociedade em

geral cultiva a sensação de otimizar o tempo e isso reflete-se na urgência do condutor para concluir sua viagem. Este facto traduz-se numa condução mais agressiva e veloz que viabilize a conclusão da viagem no mais curto período de tempo;

- **Características do condutor:** a idade, o sexo, a educação e a experiência do condutor e também a presença de passageiros também podem afetar o comportamento do condutor. Nem todos estes fatores possuem uma influência significativa na adoção de uma determinada velocidade de circulação, mas podem interferir no julgamento do condutor em relação aos riscos de exposição a acidentes;
- **Características da estrada:** o tipo de estrada é um aspeto crucial no processo de escolha das velocidades, pois os condutores tendem a prosseguir nas suas respetivas velocidades de circulação correspondente ao que estimam ser o critério de segurança da estrada. Neste contexto, não alteram seu comportamento de condução de acordo com as variações locais na velocidade de projeto. As características aparentes da estrada influenciam diretamente na sensação de segurança e consequentemente influenciam também na velocidade a que os condutores se sentem confortáveis a conduzir. Como em autoestradas o objetivo é proporcionar uma circulação mais rápida e fluída, normalmente as suas características contribuem para a condução a velocidades mais elevadas. Os fatores mais importantes a ter em consideração são as curvas em planta e a inclinação longitudinal e respetivo comprimento dos trainéis. É, também importante referenciar a distância de visibilidade, o tipo de pavimento e a desobstrução lateral;
- **Tráfego local:** O volume e a densidade do tráfego têm grande influência na velocidade praticada. Ressalva-se também a percentagem de pesados, a relação entre oferta e procura de trechos de ultrapassagem, o tráfego do sentido contrário e a sinalização de trânsito, novamente;
- **Particularidades do veículo:** A relação entre o peso e a potência dos veículos são fatores que correspondem diretamente às capacidades dos veículos de atingirem velocidades altas. As tecnologias disponíveis e outras opções que fornecem maior segurança e conforto também podem influenciar em uma sensação maior de confiança para conduzir acima do expectável;
- **Condições ambientais:** As condições climatéricas na envolvente das vias também contribuem para a perceção de uma velocidade adequada, as horas do dia e condições meteorológicas limitam a visão e aumentam os riscos e a sensação dos mesmos;

# 3
# PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DA ADEQUABILIDADE DOS LIMITES DE VELOCIDADES EM AUTOESTRADAS

## 3.1. Preâmbulo

A partir dos diversos dados disponíveis ou a recolher é necessário saber como extrair informação relevante para a análise da adequabilidade das velocidades limites numa infraestrutura rodoviária em operação. Os limites de velocidade de uma via já existente podem ser definidos principalmente através de estudos de engenharia rodoviária e de tráfego, programas computacionais e limites definidos por lei. Há também outras questões que podem influenciar nestas escolhas como análises custo benefício tendo em atenção todas as externalidades. De acordo com os dados obtidos será então possível analisar se os mesmos estão dentro dos parâmetros legais, como se encaixam nos estudos técnicos utilizados e suas respetivas aplicações (GRSP, 2008).

A abordagem da classificação da importância dada a cada fator da estrada que têm influência na definição da velocidade limite numa autoestrada existente foi obtida conforme os métodos de análise descritos em diferentes publicações (InIR, 2010; Cardoso, J. L., 2010; AASHTO, 2011). A partir de diferentes perspetivas, torna-se possível filtrar as componentes mais citadas nas diferentes metodologias tendo como por objetivo a aplicação dos limites de velocidades. De certo modo, verifica-se que as ideias destes processos começam a convergir para resultados semelhantes, corroborando os valores de velocidades indicados como adequados para serem aplicados em diferentes situações.

Considerando os diferentes métodos analisados, os requisitos mais frequentes e relevantes a serem considerados, de uma forma geral, são:

- Velocidade Base;
- Presença de infraestruturas para peões;
- Características e estado do pavimento;
- Densidade de Nós;
- Obstáculos nas proximidades da via;
- Classe da Via;
- Volume de Tráfego;
- Estacionamento lateral;
- Velocidade de Tráfego (V85);
- Presença de Peões e de Ciclistas;
- Presença de geradores de tráfego;
- Histórico de Acidentes;
- Geometria da Via (traçado e perfil transversal);

Observa-se que alguns dos fatores citados não se coadunam com o tipo de via para a qual a metodologia está a ser definida, nomeadamente autoestradas, uma vez que os fatores relacionados com peões, ciclistas, estacionamentos ou polos geradores de tráfego, não são aplicáveis.

Deste modo, os fatores de maior relevância, apresentados na subsecção seguinte, foram tratados com maior atenção e serviram como base para a análise principal da adequabilidade dos limites de velocidades em autoestrada. A partir destes fatores será possível comparar os dados atualizados da autoestrada com a Legislação também atualizada, com alguns outros documentos normalizados e estudos com diferentes abordagens a respeito da gestão dos limites de velocidade.

## 3.2. Fatores

Como já mencionado, existem alguns fatores de extrema importância para a avaliação da velocidade de uma via, pelo que foram recolhidos diversos dados que serão aqui referenciados, descritos de acordo como o seu modo de recolha e de análise. Os principais elementos geométricos a mencionar são o traçado geométrico da via (planta e perfil), e no que se refere à operação são o histórico de acidentes, a velocidade de tráfego (V85) e o volume de tráfego. Também há obviamente outros fatores que influenciam, mas, no entanto, durante a realização dos estudos foram estes os pontos de maior destaque devido à sua influência direta no comportamento do condutor na via.

### 3.2.1. Características Geométricas das Vias

As informações da geometria da via podem ser obtidas a partir da consulta das peças constituintes dos projetos da autoestrada, principalmente pelos traçados em planta e perfil das telas finais, onde é possível fazer comparações do definido nas normas de traçado. A aplicação destas normas tem o objetivo de elaborar projetos segundo bases uniformes e de acordo com os princípios e a boa prática da Engenharia Rodoviária, a fim de se construírem estradas seguras e cómodas para o utente, que satisfaçam a procura do tráfego, se integrem no meio ambiente nas melhores condições possíveis, e cujos custos de construção e conservação sejam aceitáveis. A utilização de critérios uniformes na elaboração dos projectos permite obter uma rede bem estruturada e facilita o correcto comportamento dos condutores (InIR, 2010).

Assim, pode-se retirar as informações necessárias para se verificar a adequabilidade das velocidades limite impostas com as velocidades tendo em atenção as condições reais. Ou seja, é de total interesse de que a autoestrada avaliada esteja dentro dos parâmetros predefinidos, para que a questão do projeto da via seja um fator relevante a garantir uma condução segura em velocidades adequadas.

No entanto, em obras já construídas e em operação, não é tão simples fazer modificações, observando-se que muitas das estradas já existentes foram construídas em épocas e diferentes contextos do presente. Assim, uma vez que não se pode alterar um traçado existente, uma das possibilidades será verificar se as velocidades aplicadas estão de acordo com as indicações de segurança previstas nas normas do traçado (InIR, 2010).

A partir então das telas finais de uma Autoestrada e os valores comparativos disponíveis no documento das normas do traçado (InIR, 2010) é possível encontrar alguns pontos da via em que os valores das velocidades máximas estabelecidas estejam incoerentes com os requisitos de segurança, sendo estas discordâncias utilizadas como um dos fatores a se salientar para o estudo da velocidade no local.

### 3.2.2. Histórico de Acidentes

As informações relativas às sinistralidades devem ser, em geral, fornecidas a partir do base de dados de acidentes (Ascendi, 2021). Nesta base, deverá existir um histórico de todos os acidentes ocorridos com possibilidade de tratamento que facilite a sua interpretação e filtragem. A recolha destes dados é efetuada por patrulhas de rotina ou quando um acidente é reportado. Estes procedimentos são realizados com o interesse de uma rápida atuação e de promover um ambiente mais seguro e controlado, por isso, nestas situações, são recolhidas ainda, diversas informações a respeito do incidente/acidente.

As informações normalmente recolhidas aquando da ocorrência de um acidente são:

- Concessão / Autoestrada;
- Sublanço / Nó (Ramo);
- Sentido da Via / Indicação da Via;
- Ponto Quilométrico / Sentido;
- Data / Hora / Dia da Semana;
- Período / Luminosidade;
- Meteorologia / Estado do Piso;
- Natureza / Causa;
- Número de Vítimas e Gravidade (Feridos Ligeiros / Feridos Graves / Mortos);
- Número e Tipo de Veículos (Motos / Ligeiros / Pesados / Articulados);
- Geometria em Planta/Perfil;
- Distância do Eixo / Largura da Via.

### 3.2.3. Velocidade de Tráfego [V85]

A definição da velocidade de tráfego é calculada a partir das percentagens das velocidades dos veículos observados. No entanto, é preciso que a escolha das velocidades seja coerente com a forma correta de obtenção do V85, nomeadamente a velocidade correspondente ao percentil de 85%, ou seja, que é apenas excedida por 15% dos condutores, considerando-se uma velocidade que é apenas influenciada pela própria geometria da estrada (Cardoso, J. L., 2010).

A definição da velocidade de tráfego em exploração pode ocorrer por meio de medições *in situ* e os valores correspondentes aos V85 atualizados em secções específicas podem ser obtidos por meio de radares portáteis.

### 3.2.4. Volume de Tráfego

O volume de tráfego refere-se ao número de veículos que passam por uma determinada secção de via durante um dado intervalo de tempo. Com recurso a equipamento de contagem automático, é possível realizar a contagem de veículos em períodos extensos, durante mais de 24h pelo menos (TMD). Com estes valores é possível estimar os correspondentes ao TMDA, com recurso do histórico em secções próximas de contagem permanente, que pode ser aplicado em diferentes situações.

Quanto maior o período de tempo observado, mais específica fica a amostragem, diferenciando bem os dias da semana, a época do ano e o volume real. Para fins de estudo este fator pode ser trabalhado de duas formas complementares: com as medidas reais *in situ* e com informações de histórico de dados, com avaliação de períodos maiores de tempo.

### 3.2.5. Classe da Via

A classe de uma via representa a classificação que a mesma recebe. Isto é, de acordo com as características do tráfego e da estrutura existente encontram-se as condições físicas e o nível de serviço da estrada. No presente estudo, a classe refere-se a autoestradas interurbanas, ou seja, estradas destinadas a um tráfego de médio e longo curso, sinalizadas como tal. É preciso haver separação física entre as faixas de rodagem, com acessos condicionados e sem cruzamentos ou acessos diretos às propriedades na sua envolvente.

## 3.3. Recolha dos Dados de Velocidade

Um dos principais contributos para as análises do estudo são as medições de velocidades *in situ*, pois desta maneira é possível obter dados específicos de diferentes pontos da autoestrada além de serem totalmente atualizados. Radio Detection and Ranging, ou apenas Radar, traduzido para o português como "detecção e alcance de rádio", como o próprio nome sugere, é um equipamento utilizado para localizar diferentes objetos a grandes distâncias por meio de ondas eletromagnéticas lançadas pelo radar que são refletidas pelos veículos, permitindo que os mesmos possam ser identificados.

### 3.3.1. Funcionamento dos Radares Utilizados

De acordo com as ondas de rádio eletromagnéticas emitidas e recebidas pelo aparelho é possível registar dados individuais de número, classe, velocidade, sentido e a distância em segundos dos veículos. A partir da comparação entre a onda emitida e a recebida. Pela análise da alteração sofrida pela frequência e do tempo decorrido para o retorno da onda, é obtida a distância até o veículo, o comprimento do mesmo para definir sua classe, o intervalo entre eles e as respectivas velocidades e sentidos de movimentos. O equipamento ainda assinala, de acordo com regulação prévia, a data e a hora de cada um dos registos (Figura 3.1).



Figura 3.1 - Representação do funcionamento do equipamento de radar utilizado

Os aparelhos a serem utilizados devem ser instalados ao longo de vários pontos da autoestrada, com o intuito de registar em diferentes sublanços o respetivo tráfego e todas as informações a velocidade de operação. Os equipamentos devem ser posicionados em postes, lateralmente às faixas de rodagem da autoestrada, a uma altura de aproximadamente um metro de forma que não ficassem obstruídos pelas guardas de segurança, captando todos os veículos que passem em frente ao radar (Figura 3.2).




Figura 3.2 - Instalação de radar na autoestrada

### 3.3.2. Leitura das Medições dos Radares

Usualmente aos equipamentos encontram-se associados programas que permitem, a partir das variáveis microscópicas recolhidas, a apresentação numérica gráfica dos resultados. Isso torna muito mais compreensível a leitura das informações existentes., designadamente os seguintes dados:

- Velocidade Média;
- Velocidade Máxima;
- Percentis de Velocidade;
- Número de Veículos;
- Distribuição de Velocidade;
- Distribuição de Veículos.

## 3.4. Tratamento de Dados

Os dados são necessários para ser possível estabelecer métodos comparativos seja com valores de projeto, valores semelhantes anteriores ou valores mínimos estabelecidos por norma com o intuito de verificar se as características atuais da autoestrada estão de acordo com os limites de velocidades nela imposta. O objetivo seria verificar se há em algum ponto, situações que ponham a segurança rodoviária em risco e, dependendo da situação, encontrar possíveis alternativas para adaptar a rodovia a velocidades mais seguras de se conduzir.

### 3.4.1. Adequabilidade da Geometria das Vias

#### 3.4.1.1. Curvas em planta: Parte Circular

Devido ao perigo imposto pela ação da força centrífuga nas curvas, a dimensão do raio mínimo representa um fator importante do ponto de vista da velocidade a que os condutores circulam. A relação pneu-pavimento adicionada ao peso do veículo gera a força de aderência transversal que, juntamente com a sobrelevação da via buscam o equilíbrio das forças para que haja segurança para o tráfego de veículos. Atribuindo valores limites máximos ao coeficiente de aderência transversal e estabelecendo o valor de 7% à sobrelevação é possível calcular os raios mínimos absolutos para a curva de uma estrada conforme a Equação 3.1 (InIR, 2010), de acordo com a Tabela 3.1.

$$R = \frac{V^2}{127*(f_t+Se)} \quad (3.1)$$

Onde,

R [m] - Raio de Curvatura;

V [Km/h] - Velocidade;

$f_t$ [ ] - Coeficiente de Aderência Transversal;

Se [ ]= Sobrelevação.

Tabela 3.1 - Coeficientes de aderência transversal (adaptada de InIR, 2010)

| Velocidade Base (km/h) | $f_t$ |
|---|---|
| **40** | 0,16 |
| **50** | 0,16 |
| **60** | 0,15 |
| **70** | 0,14 |
| **80** | 0,14 |
| **90** | 0,13 |
| **100** | 0,12 |
| **110** | 0,10 |
| **120** | 0,09 |
| **130** | 0,08 |
| **140** | 0,06 |

Estes raios representam limites extremos e sua utilização deve ocorrer apenas em casos excecionais, uma vez que a aceleração centrífuga respetiva é muito elevada, quase atingindo os valores máximos admissíveis que garantam segurança e comodidade.

Considerando então uma circulação mais segura, priorizando também a comodidade, o ideal seria que a aceleração centrífuga não ultrapassasse em 22% o valor da gravidade, o que na situação prática devido aos raios se aproximam de um aumento de 50% sobre os valores mínimos absolutos já existentes (Tabela 3.2). Assim, as comparações relativas aos raios do projeto podem ser avaliadas de acordo estes valores limites, ponderando então a velocidade mais adequada para cada caso (InIR, 2010).

Tabela 3.2 – Raios mínimos em planta (adaptada de InIR, 2010)

| Velocidade Base (km/h) | Raio Mínimo Absoluto (m) |
|---|---|
| **40** | 55 |
| **50** | 85 |
| **60** | 130 |
| **70** | 180 |
| **80** | 240 |
| **90** | 320 |
| **100** | 420 |
| **110** | 560 |
| **120** | 700 |
| **130** | 900 |
| **140** | 1200 |

#### 3.4.1.2. Curvas em perfil: Concordâncias Verticais

Semelhante à situação dos raios em planta, para os raios da rasante a interferência causada está ligada à visibilidade do condutor durante sua condução, pois as sinuosidades afetam a completa visualização da via (Equação 3.2) (InIR, 2010). Assim, há a necessidade de assegurar uma distância de visibilidade de paragem coerente com a velocidade na qual o veículo circula interagindo com as concordâncias convexas do traçado. Dessa forma fica estabelecida uma relação entre os valores dos raios e as respetivas velocidades apropriadas que garantam a segurança da via (Tabela 3.3).

$$R_v = \frac{DP^2}{2*(\sqrt{h1}+\sqrt{h2})^2} = 0{,}25 * DP^2 \quad (3.2)$$

Onde,

Rv [m] - Raio da Concordância Vertical;

DP [m] - Distância de visibilidade de paragem;

h1 [m] - altura ocular (1,05 m);

h2 [m] - altura do objeto (0,15 m);

Tabela 3.3 - Raio mínimo das concordâncias convexas (adaptada de InIR, 2010)

| Velocidade Base VB (km/h) | Velocidade do Tráfego VT (km/h) | Raio Mínimo (m) | Desenvolvimento Mínimo (m) |
|---|---|---|---|
| **40** | 50 | 1500 | 40 |
| **50** | 60 | 1500 | 50 |
| **60** | 80 | 2000 | 60 |
| **70** | 90 | 3000 | 70 |
| **80** | 100 | 5000 | 80 |
| **90** | 110 | 7500 | 90 |
| **100** | 120 | 9000 | 100 |
| **110** | 120 | 12000 | 110 |
| **120** | 130 | 14000 | 120 |
| **140** | 140 | 20000 | 140 |

Já com as concordâncias côncavas, há uma necessidade de que os desenvolvimentos das me mesmas garantam uma boa visibilidade noturna relacionada aos faróis dos veículos. Os faróis precisam iluminar uma distância maior do que a distância de visibilidade de paragem (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 - Raio mínimo das concordâncias côncavas (adaptada de InIR, 2010)

| Velocidade Base VB (km/h) | Velocidade do Tráfego VT (km/h) | Raio Mínimo (m) | Desenvolvimento Mínimo (m) |
|---|---|---|---|
| **40** | 50 | 800 | 60 |
| **50** | 60 | 1200 | 60 |
| **60** | 80 | 1600 | 120 |
| **70** | 90 | 2500 | 120 |
| **80** | 100 | 3500 | 120 |
| **90** | 110 | 4500 | 120 |
| **100** | 120 | 5500 | 120 |
| **110** | 120 | 6000 | 120 |
| **120** | 130 | 7000 | 120 |
| **130** | 135 | 8000 | 140 |
| **140** | 140 | 8000 | 140 |

#### 3.4.1.3. Rampas de Aceleração

Nas autoestradas, nas zonas dos nós a entrada dos veículos deve existir uma via adicional para que seja possível que o condutor possa aumentar a sua velocidade até um certo valor que não seja discrepante face aos demais veículos da autoestrada, com a finalidade de reduzir os riscos de sinistros e minimizando a perturbação do tráfego.

Para que este processo de aceleração do veículo a entrar na autoestrada ocorra de maneira eficaz, é necessário que haja uma via exclusiva paralela para o efeito (Figura 3.3), e esta deve ser coerente em termos de extensão, para que seja suficiente de acordo com as diferentes velocidades aplicadas na via que o veículo está a entrar (Tabela 3.5).

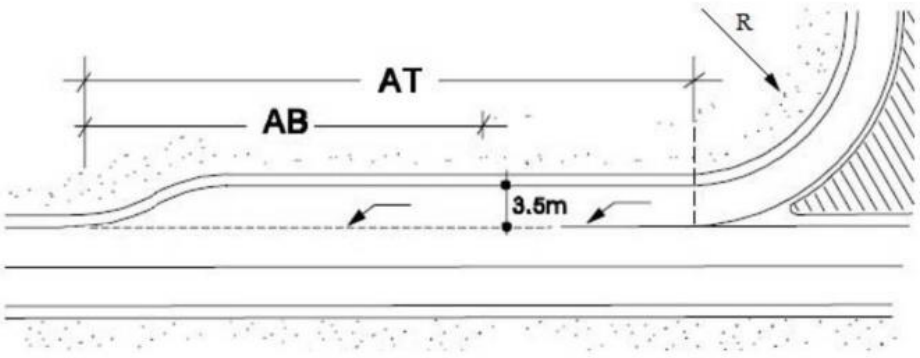



Figura 3.3 – Via de aceleração do tipo paralelo (Silva, A. M. B., Seco, A. J. M. e Macedo, J. M. G., 2008)

Tabela 3.5 – Extensão mínima total e do bisel das vias de aceleração (adaptada de Silva, A. M. B., Seco, A. J. M. e Macedo, J. M. G., 2008)

| Velocidade base (km/h) | 60 | 80 | 90 | 100 | >110 |
|---|---|---|---|---|---|
| Extensão mínima total (AT) (m) | 140 | 180 | 210 | 240 | 270 |
| Extensão mínima do bisel (AB) (m) | 50 | 50 | 75 | 75 | 75 |

#### 3.4.1.4. Rampas de Desaceleração

À semelhança do exposto no ponto anterior, o fenómeno também ocorre para o caso contrário, ou seja, para a saída dos veículos. Existem situações em que os veículos estão a circular em altas velocidades, mas para que possam sair da autoestrada precisam de reduzir bastante para que a sua saída ocorra de uma maneira segura.

Desta forma, para que não haja uma desaceleração muito brusca dos veículos em transição para a saída da autoestrada e, consequentemente, não perturbem os demais que permanecem. É então necessária uma via específica para a desaceleração dos veículos numa extensão razoável para tal redução de acordo com a velocidade inicial (Figura 3.4) e reduzindo gradualmente a velocidade até alcançar um ponto com a velocidade bastante reduzida adequada à segurança de circulação do novo lanço (Tabela 3.6).

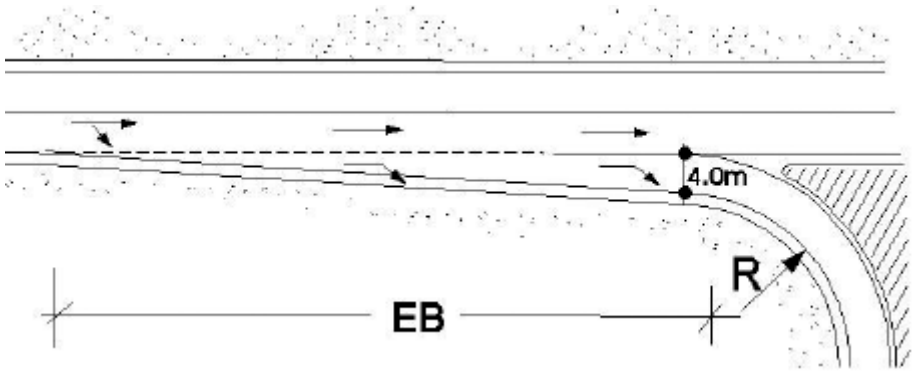



Figura 3.4 – Via de desaceleração para viragem à direita (Silva, A. M. B., Seco, A. J. M. e Macedo, J. M. G., 2008)

Tabela 3.6 – Extensão mínima do bisel das vias de desaceleração do tipo direto para viragem à direita (adaptada de Silva, A. M. B., Seco, A. J. M. e Macedo, J. M. G., 2008)

| **Velocidade base (km/h)** | **<90** | **100** | **120** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Raio da curva (m)** | >15 | >25 | 40 | 45 | 50 | >60 |
| **Extensão mínima do bisel (AB) (m)** | 80 | 110 | 145 | 135 | 125 | 110 |

### 3.4.2. Histórico de Acidentes

Como referido, os registos de acidentes, dados acessíveis diretamente na base de dados da empresa ou órgão responsável, são imprescindíveis para se avaliar a variação do número de acidentes nos locais. A partir das especificações de cada um dos acidentes, torna-se mais fácil de avaliar as zonas de maiores riscos.

De acordo com o número de acidentes anuais, é possível verificar se a variação na via do número de veículos, a época do ano, o período do dia e as condições meteorológicas, por exemplo, tiveram influência significativa ou não para tais acontecimentos. O objetivo, a partir deste mapeamento geral, é perceber em quais casos há maior influência devido às velocidades dos veículos e em quais casos, possivelmente, o excesso de velocidade possa ser mais determinante.

Mais detalhadamente, a distribuição dos acidentes por cada sublanço será uma forma plausível de subdividir estes dados, visto que em cada caso há diferenças consideráveis a respeito das necessidades de seus utilizadores ou das características físicas da rodovia, quer na sua estrutura quer na sua envolvente. Da mesma forma que a própria diferença da extensão dos sublanços altera completamente a visão sobre os riscos dos mesmos.

### 3.4.3. Volumes de Tráfego

Os dados referentes aos volumes de tráfego são utilizados de forma a não só avaliar o número dos veículos em circulação com os números de acidentes como também para avaliar os níveis de serviço, ou seja, as condições de circulação.

Observa-se a variabilidade do tráfego em cada sublanço, devido ao número de nós e também com o sentido de cada via, devido aos diferentes possíveis destinos partindo da autoestrada. De acordo com os níveis de serviço classifica-se a capacidade de escoamento da via.

### 3.4.4. Identificação da Velocidade Operacional [V85]

O percentil 85 das velocidades representa a velocidade real a qual uma boa parte dos condutores julga como sendo um limite adequado a não se ultrapassar para permanecer em segurança e também não causar riscos aos demais. Este indicador serve de referencial para uma suposta velocidade limite que atenda aos padrões de segurança e conforto, uma vez supostamente que representa a maior velocidade empregada por um condutor em uma situação que não haja condicionantes externas, apenas a própria via.

É por isso importante mais uma vez fazer uma análise mais específica, diferenciando os sublanços, dadas as respetivas características, que acabam por afetar os condutores de maneiras distintas.

### 3.4.5. Validação da Classe da Via

Para que uma via seja definida com uma classe específica é preciso que a mesma cumpra alguns critérios mínimos que estão diretamente relacionados com a hierarquia viária, de acordo com a sua função. Após esta definição, estando todas as características fundamentais de acordo, existem também condições mínimas e máximas implicadas devido à cada classe que devem ser cumpridas para a adequada circulação na via, normas estas previstas na legislação. Desta forma a análise resume-se na verificação do cumprimento dos valores previstos para a classe da uma autoestrada.

# 4
# CASO DE ESTUDO DA A25

## 4.1. Preâmbulo

O percentil 85 das velocidades representa a velocidade real a qual uma boa parte dos condutores julga como sendo um limite adequado a não se ultrapassar para permanecer em segurança e também não causar riscos aos demais. Este indicador serve de referencial para uma suposta velocidade limite que atenda aos padrões de segurança e conforto, uma vez supostamente que representa a maior velocidade empregada por um condutor em uma situação que não haja condicionantes externas, apenas a própria via.

A Ascendi tem a concessão de diversas autoestradas em todo o País, sendo responsável pela prestação de serviços, operação e manutenção de todas as infraestruturas rodoviárias sob sua gestão. Há um constante investimento em diversos setores da empresa, sempre com a preocupação de desenvolver inovações no setor rodoviário que melhorem a qualidade de vida dos utilizadores e a otimização dos custos. Dessa forma, é de total interesse da empresa investigar soluções no sentido de melhorar o serviço prestado, encontrando-se o presente estudo enquadrado nesses objetivos.

Além das medidas de prevenção, mitigação e manutenção contínuas das infraestruturas rodoviárias, a empresa divulga frequentemente informação sobre mudanças ocorridas na rede Ascendi, assim como de sinistralidade rodoviária, ao nível, por exemplo, da natureza e a causa dos mesmos, o número de vítimas e gravidade, as alterações relativas ao tráfego e restantes indicadores relevantes.

Atualmente a empresa tem em prática um plano de médio prazo para a redução de sinistralidade rodoviária, o Plano de Ação de Segurança Rodoviária 2020-2023, que prevê metas de redução e sinistralidade que pretende alcançar através de um conjunto concertado de ações. Essas ações incidem, entre outros aspetos, sobre as zonas de elevada sinistralidade rodoviária, sinalização, conservação da infraestrutura, barreiras segurança e em novas tecnologias. Acrescem campanhas de sensibilização que procurar alertar para a necessidade de comportamentos mais seguros.

O presente trabalho baseia-se em informações reais obtidas da autoestrada A25 – Costa de Prata e procura estudo verificar se os limites de velocidades nela aplicados são adequados do ponto de vista da segurança rodoviária. O objetivo principal do trabalho foi, na medida do possível, encontrar melhorias na qualidade do serviço prestado na concessão focando na redução do risco de acidentes, propondo alternativas viáveis que cumpram com os interesses principais da empresa e clientes, verificando se os limites de velocidades estão adequadamente aplicados de acordo com os métodos de análise apresentados.

## 4.2. Concessão Costa de Prata

A Costa de Prata é uma das sete concessões atribuídas à Ascendi (Beiras Litoral e Alta, Grande Lisboa, Grande Porto, Pinhal Interior e Douro Interior), representando cerca de 12% de toda a rede (Figura 4.1).




Figura 4.1 – Distribuição da extensão da rede Ascendi (adaptada de Ascendi, 2021)

Ao longo dos últimos anos vem reduzindo o número de acidentes e de acidentes com vítimas em toda a concessão, com algumas oscilações (Figura 4.2). Ainda assim verifica-se alguma variação positiva sendo, no entanto, de notar que a Costa do Prata, mesmo com boas reduções de acidentes, possui um percentual muito alto comparado com as demais. Nela ocorrem aproximadamente 27% dos acidentes totais de toda a rede Ascendi, realçando-se que, em termos de extensão, encontra-se abaixo da média das restantes.

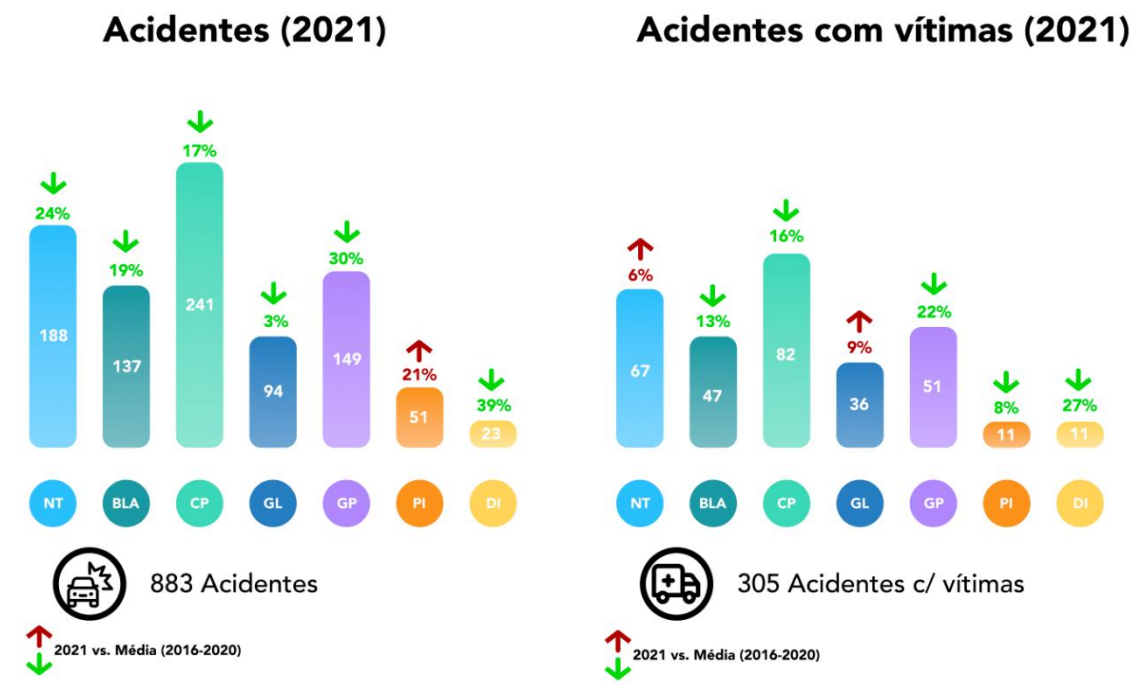



Figura 4.2 – Distribuição dos acidentes por concessão da rede Ascendi (adaptada de Ascendi, 2021)

Observando-se apenas os dados correspondentes à A25, em 2021 foram registados mais de 32% dos acidentes referentes a toda CP, sendo que a A25 apenas corresponde à 23% da extensão total da concessão CP. Ou seja, em pouco mais de 24 km dos 869 km totais (quase 3%) estão mais de 8% da totalidade dos acidentes da rede completa (Figura 4.3). No Anexo 1 é possível visualizar mais detalhes referentes à sinistralidade na autoestrada.

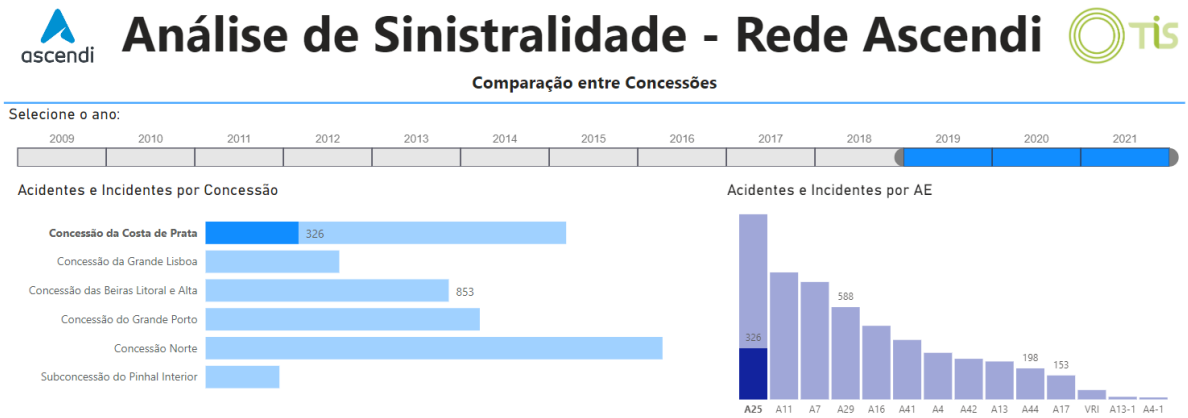



Figura 4.3 - Comparação de acidentes entre concessões e autoestradas de 2019 a 2021

Na Tabela 4.1 encontram-se alguns dados a respeito do número de acidentes em cada sublanço e o número de vítimas ocasionadas.

Tabela 4.1 – Total de acidentes e vítimas em cada sublanço da A25-CP

| Sublanço | Pk | Nº Acidentes | Nº Médio Acidentes Anual | Nº Acidentes c/ Vítimas | Nº Mortos | Nº Feridos Graves | Nº Feridos Ligeiros |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Porto de Aveiro | 0+000 | | | | | | |
| Gafanha da Encarnação | 2+419 | 57 | 8,1 | 19 | 2 | 2 | 15 |
| Gafanha da Nazaré | 5+372 | 87 | 12,4 | 21 | 0 | 3 | 18 |
| Pirâmides | 8+267 | 121 | 17,3 | 35 | 1 | 3 | 31 |
| Esgueira | 11+843 | 114 | 16,3 | 27 | 1 | 1 | 25 |
| Aveiro Nascente | 14+046 | 59 | 8,4 | 8 | 1 | 0 | 7 |
| Estádio | 14+691 | 17 | 2,4 | 5 | 0 | 0 | 5 |
| Angeja Poente | 20+995 | 128 | 18,3 | 20 | 0 | 1 | 19 |
| Angeja | 22+064 | 37 | 5,3 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Albergaria | 24+142 | 59 | 8,4 | 6 | 0 | 1 | 5 |
| | 24+590 | | | | | | |
| TOTAL | | 679 | 97 | 143 | 5 | 11 | 127 |

## 4.3. Descrição da Autoestrada (A25)

A A25 é uma autoestrada portuguesa com 199 quilómetros de extensão que interliga a região litoral de Aveiro com a fronteira com a Espanha na cidade de Vilar Formoso, atravessando o território nacional desde o extremo oeste ao extremo leste. O troço em análise corresponde aproximadamente aos 25 quilómetros iniciais, que correspondem à concessão da Costa da Prata (Figura 4.4), iniciando-se no nó da Barra de Aveiro (Pk~0+000), cruzando os nós de ligação com a A17 e a A29 e finalizando no nó com a A1.

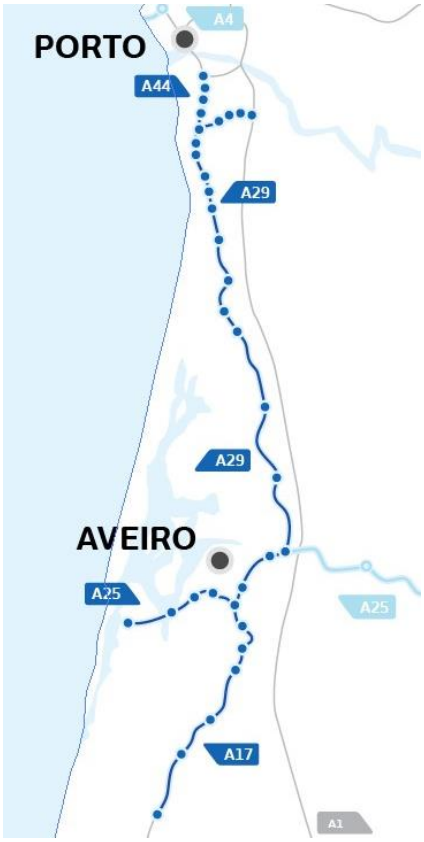



Figura 4.4 – Mapa da concessão da Costa de Prata (Ascendi, 2021)

Para se entender a atenção dada ao trecho em questão é preciso avaliar seu histórico e suas modificações durante o tempo, uma vez que a autoestrada em questão nem sempre teve esta classificação. No seu início, na década de 80 quando começou sua construção, era considerada uma via rápida. Apesar de ter muitas características semelhantes às de uma autoestrada, possui algumas indicações menos rigorosas. O trajeto entre Aveiro e Albergaria, contudo, foi construído no início da década de 90, já num formato mais semelhante ao de uma autoestrada, e que aos poucos foi remodelando o restante de seu perfil, até as proximidades da Espanha, até meados da década de 2000. Esta sequência de factos ajuda a compreender o motivo de algumas das características estarem um pouco diferentes do ideal, visto que foram adaptadas de uma obra anterior e não projetadas para o fluxo de veículos que circulam atualmente nem mesmo para as capacidades dos veículos atuais. Por tais motivos é prudente, ao menos, a verificação das conformidades da rodovia com o intuito garantir maior segurança.

A avaliação do traçado da A25 – CP (Figura 4.5) foi realizada de acordo com a divisão por sublanços, separados pelos 10 nós existentes, detalhando-se as características específicas encontradas em cada um dos sublanços nos subpontos seguintes.

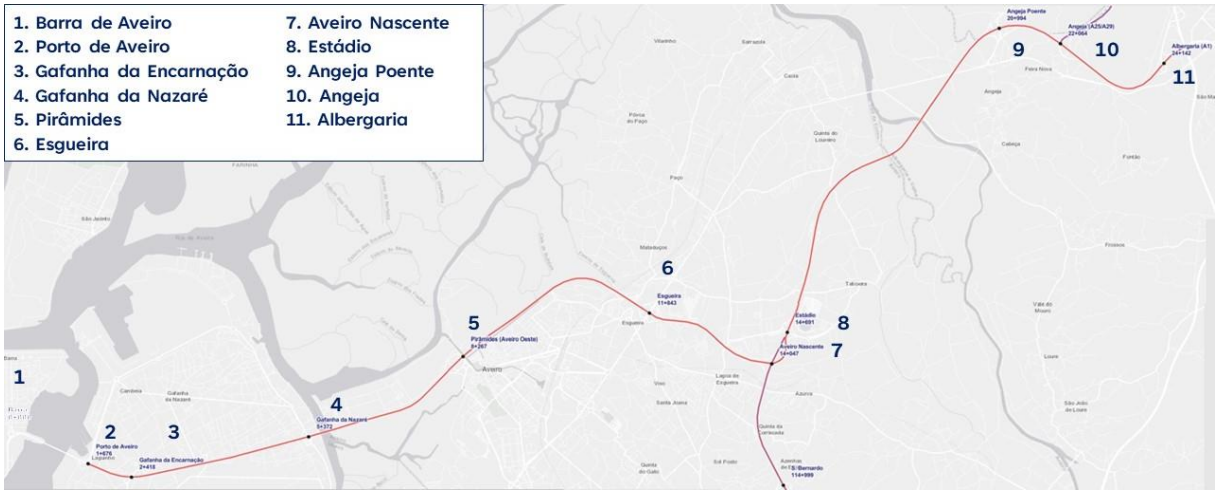



Figura 4.5 – Mapa da A25 na concessão da Costa de Prata

### 4.3.1. Barra/Porto de Aveiro – Gafanha da Encarnação

Para este sublanço foram assumidos os 2.419 metros iniciais, cobrindo desde o início da concessão, passando pelo nó do Porto de Aveiro, até o nó de Gafanha da Encarnação (Figura 4.6). Na maior parte entre o ponto quilométrico inicial até o nó do Porto de Aveiro não é definido como uma autoestrada devido às características do local e por isso não recebe tanto destaque quanto os demais. No entanto, este troço também é avaliado pois faz parte da mudança na classe da via, estando inserida na concessão. Neste lanço existem algumas características de pequenas dimensões que, no entanto, estão de acordo com os parâmetros de segurança e conforto pois tem velocidades limite mais baixas.

A partir do nó do Porto de Aveiro, o sublanço corresponde ao início da autoestrada propriamente dita, onde então estão aplicados os maiores limites de velocidades legais, salvo algumas exceções pontuais no trajeto. Ao longo deste percurso é possível observar que as rampas de entrada/saída (destinadas para aceleração e desaceleração) são extremamente curtas ou quase inexistentes, representando um certo perigo aos condutores. Os números de acidentes aqui não são muito expressivos, mas oscilam um pouco.

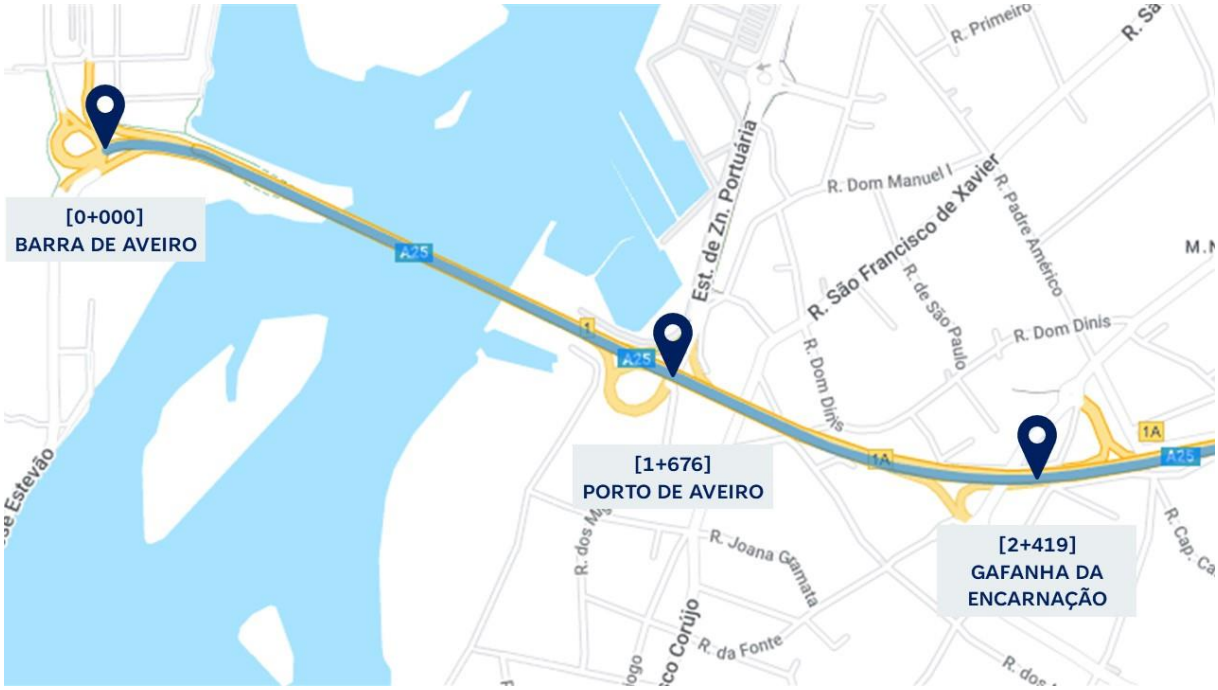



Figura 4.6 – Sublanço entre o Nó da Barra de Aveiro, o Nó do Porto de Aveiro e o Nó de Gafanha da Encarnação

### 4.3.2. Gafanha da Encarnação – Gafanha da Nazaré

Este sublanço tem 3.223 metros de desenvolvimento (Figura 4.7) onde é possível encontrar uma concordância vertical que, se transitada próxima ao limite de velocidade de 120 km/h, prejudica um pouco o conforto para as pessoas no interior dos veículos, mas não interfere na segurança dos mesmos. Durante o percurso neste sublanço, de Gafanha da Encarnação à Gafanha da Nazaré há uma área de serviço à disposição dos condutores que apesar de bastante útil, gera alguma interferência no fluxo normal da via devido à alteração no comportamento do condutor que terá de adaptar sua velocidade. Da mesma maneira, ocorre um efeito semelhante na própria região dos nós, pois o espaço destinado a estas alterações graduais da velocidade, tanto para aceleração como para desaceleração, nomeadamente o bisel, não possui um desenvolvimento necessário com relação aos limites de velocidades aplicados nas proximidades destes nós.

Os acidentes nesse trajeto têm se mantido em número constante e com tendência a diminuir. Ainda não são valores muito reduzidos, mas já é notável a tendência à estabilização da sinistralidade neste sublanço.

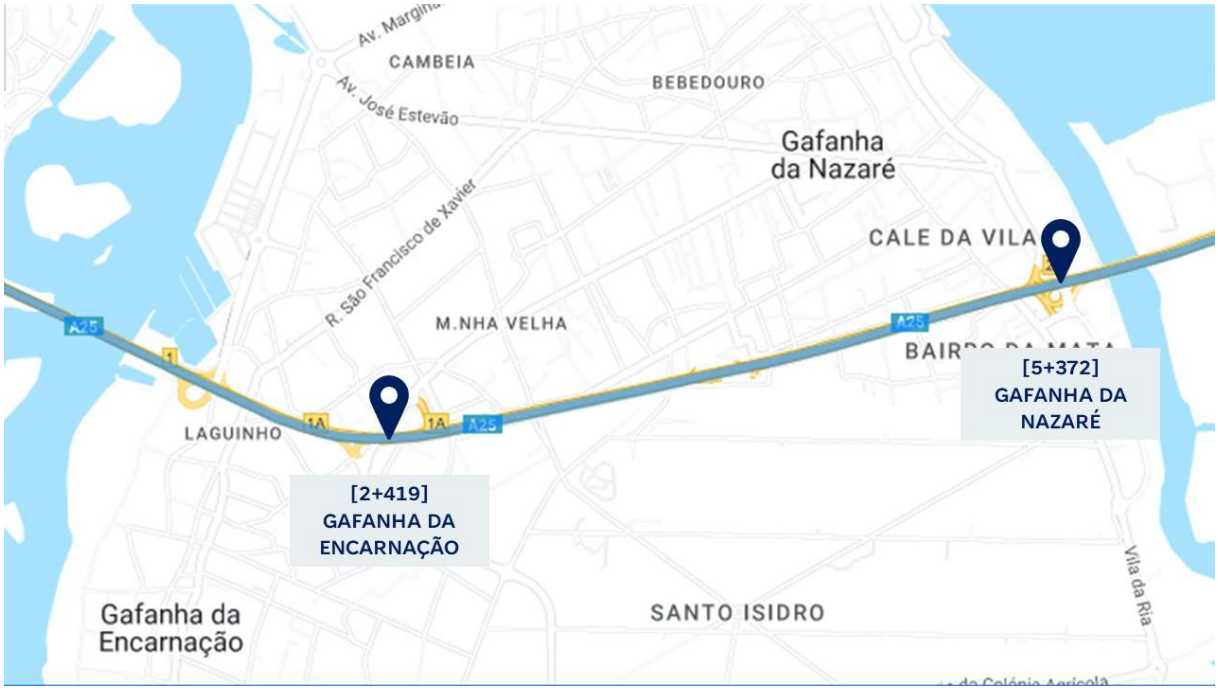



Figura 4.7 – Sublanço entre o Nó da Gafanha da Encarnação e o Nó de Gafanha da Nazaré

### 4.3.3. Gafanha de Nazaré – Pirâmides

O primeiro nó está a 2.895 metros de distância do seguinte e está localizado logo antes de se atravessar o Rio Boco (Figura 4.8). A sua envolvente é ainda muito urbana, cruzando a cidade de Aveiro. No final deste sublanço há uma curva côncava com raio de 3.003,9 metros e pouco mais 111 metros de comprimento que não está de acordo com o raio mínimo previsto pela norma além de o desenvolvimento cumprindo os limites de segurança, apresenta um valor abaixo do que se considera desejável. Por isso, este ponto requer mais atenção, visto que estando fora dos padrões de segurança o limite de velocidade mal-empregado pode acarretar riscos desnecessários aos condutores. Ainda sobre o nó de Gafanha da Nazaré, as dimensões do bisel são mais curtas do que o era desejável e podem criar alguma alteração no tráfego nas faixas de rodagem adjacentes.

Apesar de ser um lanço bastante extenso, o número de acidentes proporcionalmente ao comprimento da via é alto comparado com os restantes. Mais uma vez, a partir deste parâmetro, reforça-se a ideia de que talvez o limite de velocidade da via poderia orientar os condutores de maneira mais adequada para manterem-se em segurança.

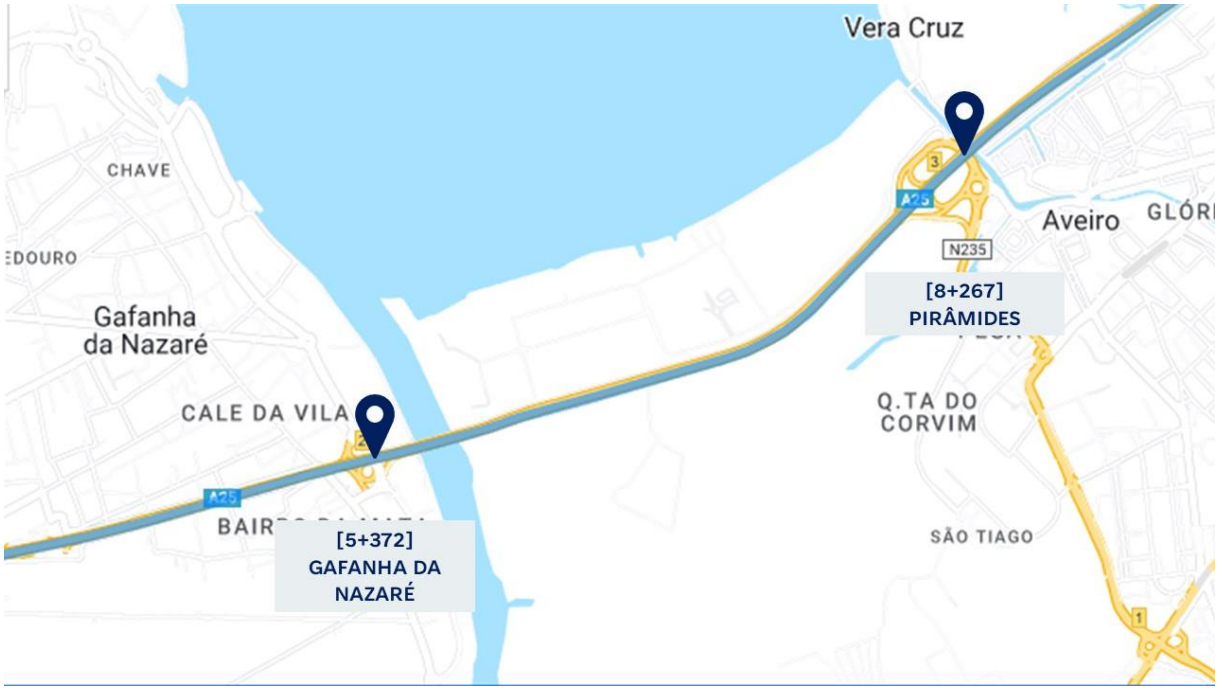



Figura 4.8 – Sublanço entre o Nó da Gafanha da Nazaré e o Nó de Pirâmides

### 4.3.4. Pirâmides – Esgueira

O sublanço seguinte possui 3.576 metros de desenvolvimento e representa uma zona com alguns detalhes que chamam atenção (Figura 4.9). De facto, apresenta duas curvas com pequenos raios que estão dentro dos limites de segurança, mas um pouco distantes do conforto para uma condução a 120 km/h, como permitido. Ainda sobre a geometria do traçado neste percurso, nota-se logo no início a existência de duas concordâncias verticais, uma convexa de 5006,5 e outra côncava com 3003,9 metros de raio, com desenvolvimentos aproximados de 400 e 129 metros, respetivamente, que estão juntas da curva que encerra o sublanço anterior. Estes valores destacam-se pela grande diferença abaixo dos limites de segurança normalizados que sugerem um tráfego de veículos a velocidades bem abaixo dos 120km/h.

Destaca-se ainda neste sublanço as velocidades, que foram observadas em diferentes secções da autoestrada as velocidades, verificando-se a existência de uma grande percentagem de condutores que excedem os limites de velocidade. Com isso, torna-se mais uma vez razoável relacionar o elevado número de acidentes registados com as altas velocidades praticadas, questionando os limites de velocidades estabelecidos neste lanço. O alto índice de acidentes relacionado tanto à extensão quanto ao tráfego, define-o como o segundo sublanço mais perigoso da concessão.

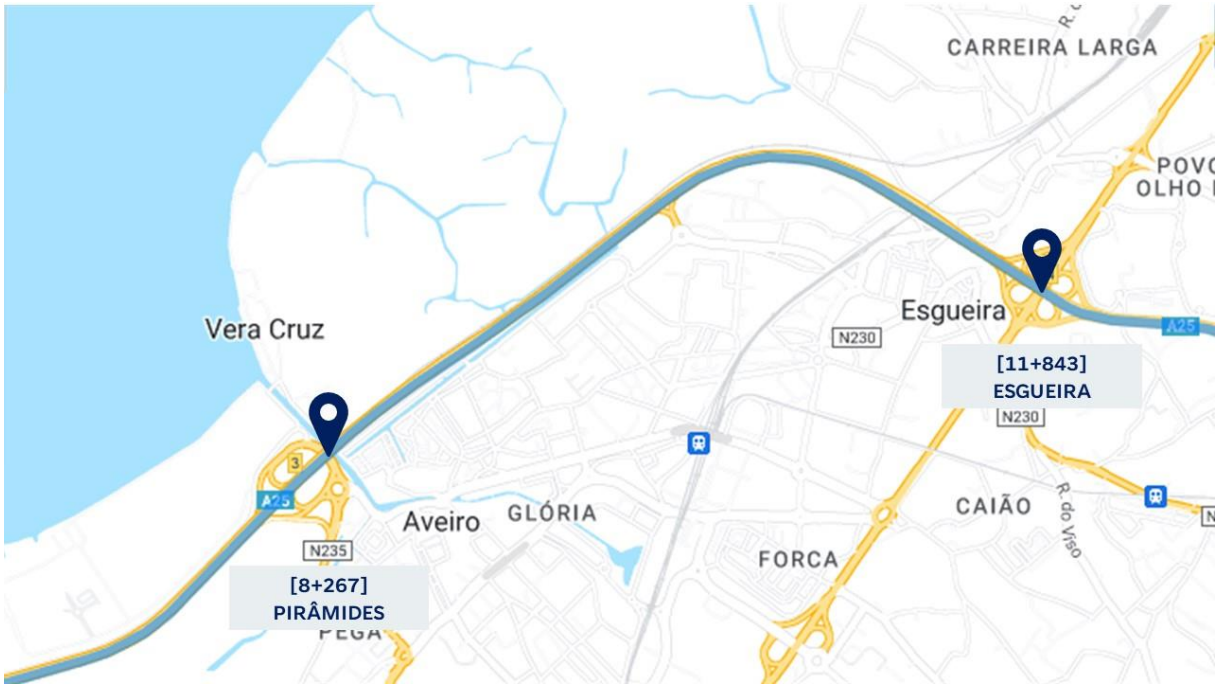



Figura 4.9 – Sublanço entre o Nó de Pirâmides e o Nó de Esgueira

### 4.3.5. Esgueira – Aveiro Nascente

No nó de Esgueira ocorre a ligação da A25 com a N109 e é nele que inicia o sublanço central desta concessão, com 2.203 metros de extensão (Figura 4.10). Ressalta-se que este importante nó também apresenta valores um pouco críticos com relação às zonas de transição de aceleração e desaceleração, que são afetadas de acordo com a velocidade a qual circulam os veículos.

Logo ao final deste sublanço existe uma curva a ser salientada, pois possui um raio de 350 metros e 223,207 metros de desenvolvimento, que pela descrição do projeto seria justificável dada a previsão de alterações no nó. Desta maneira, para manter então a curva com um raio muito baixo, a solução neste ponto seria reduzir a velocidade local. No projeto inicial, com normas menos rigorosas foi implementado o limite de velocidade de 80 km/h, mas para os valores de raios mínimos da norma atual este valor deveria ser ainda mais baixo. Devido a estes fatores geométricos previstos em norma e uma análise específica da segurança neste local, existe uma forte redução dos limites de velocidade nos lanços onde se situa o raio excecional e os trechos antecedente e precedente do mesmo. Nota-se que na própria curva a velocidade limite chega 60 km/h e que recebe uma sinalização mais ativa para reforçar a atenção.

Graças a estes limites tão baixos é exatamente neste percurso onde há o maior índice de excesso de velocidades de toda a via. Por mais que haja esse incumprimento com relação aos limites há uma clara redução na velocidade média geral, ou seja, os condutores não conduzem conforme indicado, mas ficam mais atentos aos riscos naquela curva.

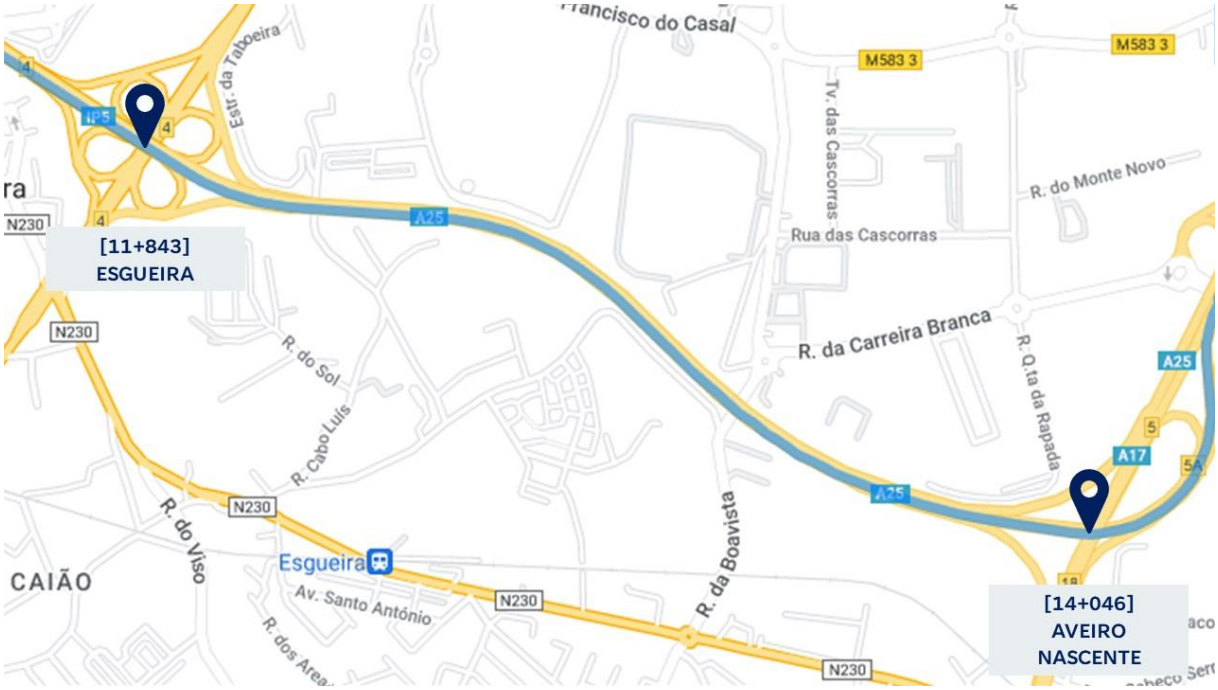



Figura 4.10 – Sublanço entre o Nó de Esgueira e o Nó de Aveiro Nascente

### 4.3.6. Aveiro Nascente – Estádio

O menor sublanço da autoestrada possui 645 metros de comprimento, que ficou desta forma devido à inserção de um novo nó nesta região (Figura 4.11). Este troço da autoestrada detém um cuidado especial, que é notado pela diferença significativa do limite de velocidade implementado, ainda ligado às condições da curva anterior. É neste trecho que a A25 é unida à A17, apresentando que há o final de uma curva extremamente fechada continuando a própria A25 e que ocorre uma saída da autoestrada para ligar com o meio urbano próximo. Estes três fatores afetam o fluxo e a fluidez e, consequentemente, a velocidade limite que garante a segurança dos utentes da via. Nota-se nesse sublanço uma diminuição no número de acidentes bastante interligada com o fato de haver limites de velocidade mais baixos neste local.

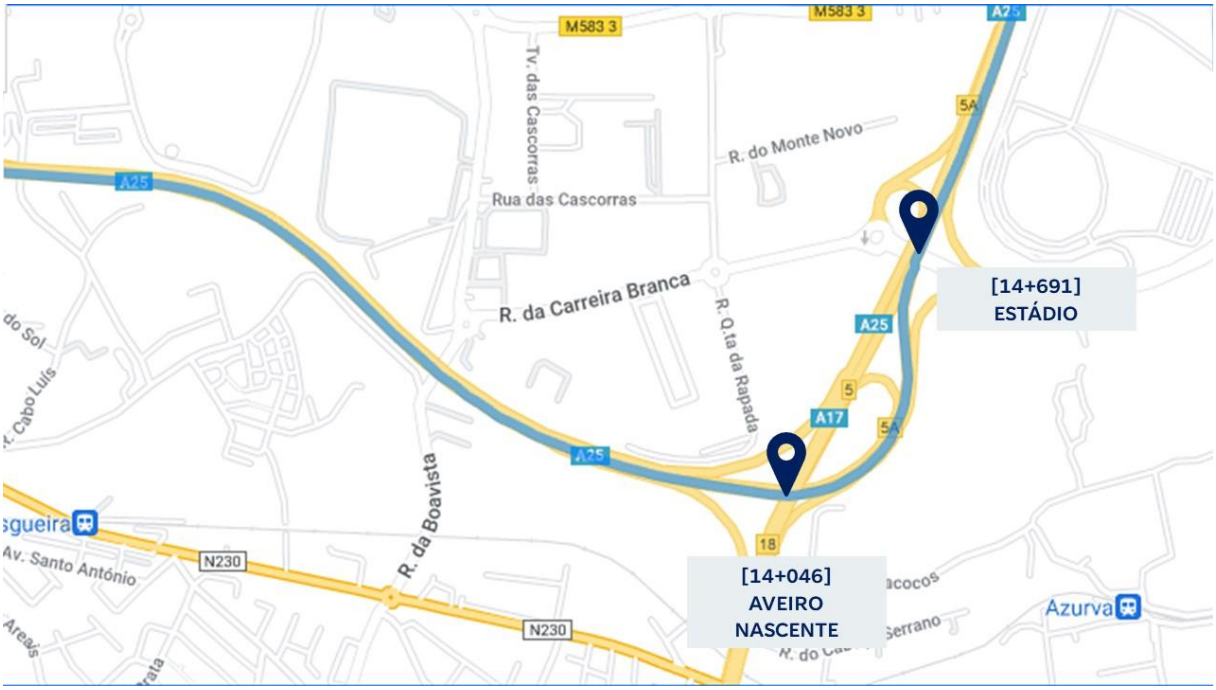



Figura 4.11 – Sublanço entre o Nó de Aveiro Nascente e o Nó do Estádio

### 4.3.7. Estádio – Angeja Poente

A seguir encontra-se o lanço entre os nós do Estádio e de Angeja, o primeiro como o próprio nome já faz referência, corresponde ao nó que está situado exatamente ao lado do Estádio Municipal de Aveiro (Mário Duarte), inserido posteriormente com a intenção de facilitar a comunicação da autoestrada com a Zona Industrial de Aveiro (Figura 4.12). Nele inicia-se o maior sublanço da autoestrada que se estende por 6.304 metros, contando com uma área de serviço, atravessa o Rio Vouga e é um dos lanços mais rurais da autoestrada, quando se aproxima do final do sublanço, próximo à região de Angeja.

Há neste trecho duas curvas verticais côncavas com raios próximos do limite normalizado, ambas cumprindo os valores mínimos de segurança, pelo que os limites de velocidade atuais estão de acordo com o existente. Neste caso há uma situação interessante não muito recorrente nos demais lanços, no sentido crescente as velocidades praticadas pelos condutores são relativamente baixas, principalmente quando comparadas às do sentido decrescente, no qual os excessos de velocidade chegam a mais do triplo dos valores do sentido oposto.

Relativamente aos acidentes, os números apresentados são bastante elevados, mas, no entanto, quando comparados proporcionalmente à toda extensão e ao elevado tráfego do sublanço, este índice já não apresenta tanta diferença com relação aos demais. Por mais que os sinistros se apresentem mais dispersos pela via ainda é preciso ter em atenção o número de registos a fim de tentar reduzi-los.




Figura 4.12 – Sublanço entre o Nó do Estádio e o Nó de Angeja Poente

### 4.3.8. Angeja Poente – Angeja

Este sublanço, de 1.069 metros de extensão, possui alguns detalhes bem interessantes relativo aos restantes (Figura 4.13). No nó de Angeja Poente é onde a A25 interceta a N16 e ainda é onde ocorre mais uma vez uma ligação com a N109, facilitando a saída para o meio urbano. Para além disso, logo antes do nó de Angeja e logo depois do nó de Angeja Poente, visto pelo sentido decrescente há uma alteração no limite de velocidade, reduzindo-o a 100 km/h, diretamente relacionado à inclinação da via que atinge um declive de 4,5%, sendo bastante considerável e diferenciado do restante do traçado. Esta medida tem o intuito de alertar mais uma vez os condutores e tentar reduzir os riscos de acidentes no local. A partir deste ponto é possível notar que, assim como a alteração próxima à curva do nó de Aveiro Nascente, há uma redução no número de sinistralidades registadas no local mesmo com o aumento do tráfego de veículos. Para este caso, é visível a diferença relativa aos anos anteriores, indicando mais uma vez que a definição apropriada dos limites de velocidades pode ser muito eficaz para melhorar a segurança rodoviária.

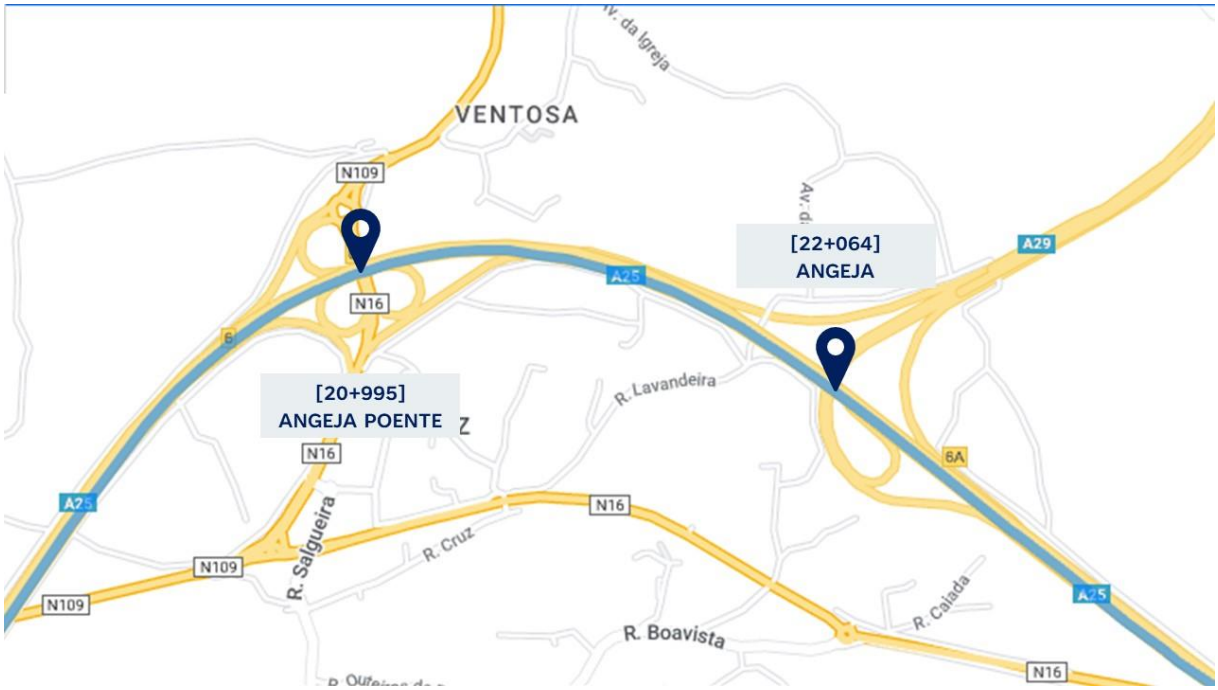



Figura 4.13 – Sublanço entre o No de Angeja Poente e o Nó de Angeja

### 4.3.9. Angeja – Albergaria/A1

O último sublanço avaliado, assim como nos iniciais, inclui não só a parte entre o nó de Angeja e o nó da Albergaria, como também um pequeno trecho até a A1 onde é finalizado o limite da concessão, com um total de 2.526 metros de distância (Figura 4.14). Ainda se encontra bastante próximo da região urbana apesar de não ter uma conexão direta com a mesma. Neste trajeto há uma curva em planta de raio com 500 metros e 165,978 metros de desenvolvimento que requer um pouco mais de atenção, pois dentro dos limites de velocidades atuais este valor de raio, apesar de cumprir os requisitos mínimos de segurança, pode não possuir uma geometria que seja agradável de se conduzir em velocidades tão altas.

O que chama a atenção neste sublanço é que relativamente ao tráfego de veículos existente e ao comprimento que possui, a ocorrência de sinistralidades é bastante elevada, destacando-se pelo aumento que vem apresentando nos últimos anos. No entanto, a avaliação deste sublanço especificamente sofre alguma interferência causada pela interseção com a A1 e outras vias locais.

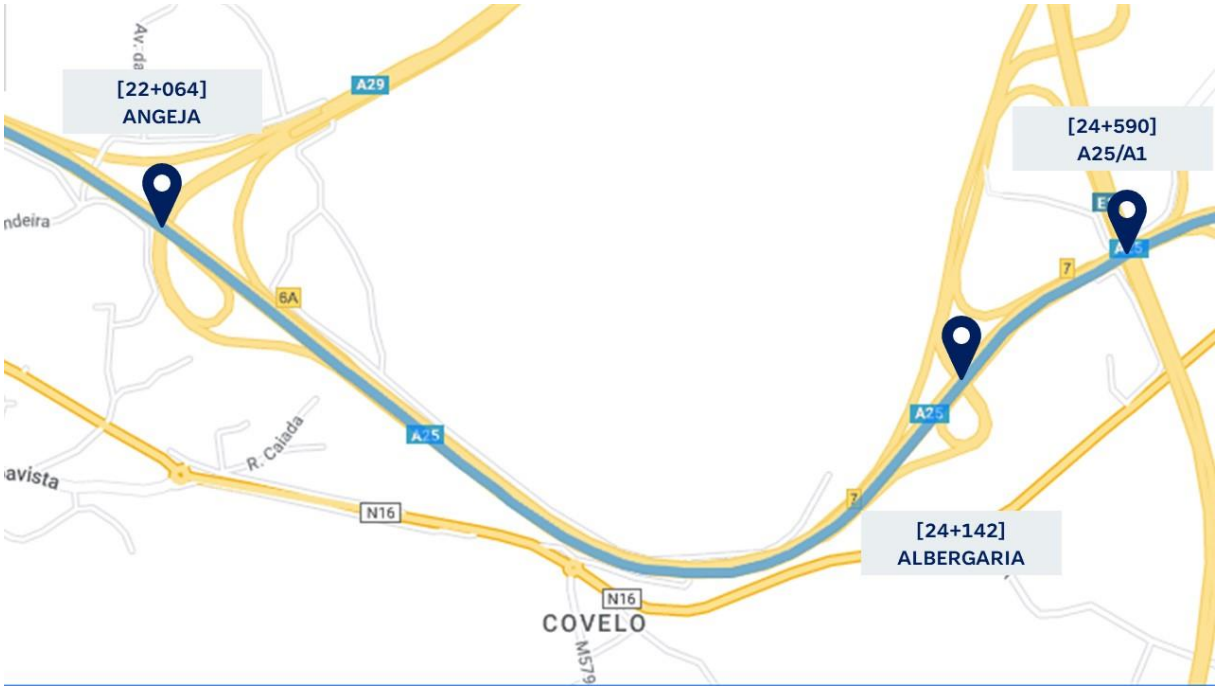



Figura 4.14 – Sublanço entre o Nó de Angeja e o Nó da Albergaria

## 4.4. Aplicação da Metodologia

Analisando os principais fatores anteriormente citados, que tem grande importância quando relacionados com a velocidade da via, seria possível realizar a verificação dos valores obtidos com parâmetros normalizados que corresponde às características mais adequadas de acordo com as respetivas velocidades, também previstas em norma, designadamente locais com as características geométricas inferiores às mínimas, velocidades registadas diferentes do esperado ou pontos com elevado registo de acidentes.

A metodologia aplicada teve o intuito de verificar a adequabilidade dos limites de velocidades aplicados na A25 considerandos os valores reais e idealizados para a existência de uma circulação mais homogénea e segura. Inicialmente a avaliação ocorreu de maneira individual tanto para cada um dos fatores quanto para os próprios nós e sublanços para que assim fossem especificados os pontos mais críticos que, possivelmente, não estariam de acordo com o esperado.

Assim, em cada sublanço foram verificados os valores dos raios em planta e em perfil, das rampas de aceleração e das de desaceleração. Também foi possível comparar a concentração dos acidentes ocorridos nos últimos 7 anos paralelamente à proporção relativa ao tráfego de veículos e à extensão em quilómetros de cada sublanço da autoestrada.

A aplicação desta metodologia, baseada nos dados existentes, revelou os locais com maior número de incoerências, tornando viável um estudo para uma verificação da adequabilidade dos limites de velocidades atualmente em regime na via. A partir da obtenção de diversos dados da A25, assim obtendo informações suficientes para realizar as diferentes análises, foi possível fazer um mapeamento da região de acordo com suas características geométricas, limites de velocidade atuais, sinalização, volume de tráfego, histórico de acidentes e principalmente velocidades instantâneas. Os pontos escolhidos podem

ser identificados por diferentes requisitos de acordo com algumas incoerências do traçado, interferências dos nós, sinalização, elevada ocorrência de acidentes e tráfego, de forma a cobrir boa parte da autoestrada para que os estudos em questão possam ser bem avaliados, evitando-se assim alguma falha de informação sobre o trajeto.

### 4.4.1. Metodologia de acordo com a Geometria

Os dados referentes à geometria da via, por exemplo, são prontamente relacionáveis às normas do traçado (InIR, 2010). Dado que nas informações sobre o projeto está toda documentada, é possível verificar os valores geométricos existentes com os valores, muitas vezes tabelados ou formulados, na legislação.

Este procedimento foi aplicado com o intuito de verificar as características mais importantes relacionadas com a velocidade. Para este caso foram estabelecidos como fundamentais características de avaliação os raios horizontais e verticais e as zonas de aceleração e desaceleração, devido ao seu impacto significativo e direto com a velocidade.

Conforme foram identificadas quaisquer incoerências geométricas entre os valores tabelados procederam-se a dois modos de relacionar aos valores normatizados. O primeiro procedimento foi identificar, a partir das características geométricas reais, qual seria a velocidade de tráfego adequada, indicada pela norma, em planta e em perfil. O segundo passo foi o procedimento contrário, a partir do limite de velocidade existente consultar os supostos valores os quais deveriam ter as características físicas da via, considerando os veículos a circularem no limite, ou seja, a velocidade de tráfego igual ao limite de velocidade com o objetivo de obter resultados esperados para casos extremos adotando uma postura bastante conservadora (Tabela 4.2). Este segundo processo foi realizado para identificar as diferenças entre o real e o ideal, visto que é possível alterar os limites de velocidades mais facilmente do que a própria estrutura da via.

A recolha de dados referente aos raios em planta e perfil foi feita a partir dos desenhos dos projetos, onde são descritos de forma clara (Figura 4.15). Nas zonas de transição foi preciso recolher informações a respeito das vias de aceleração ou desaceleração, o respetivo bisel e os limites de velocidades precedentes das mesmas.

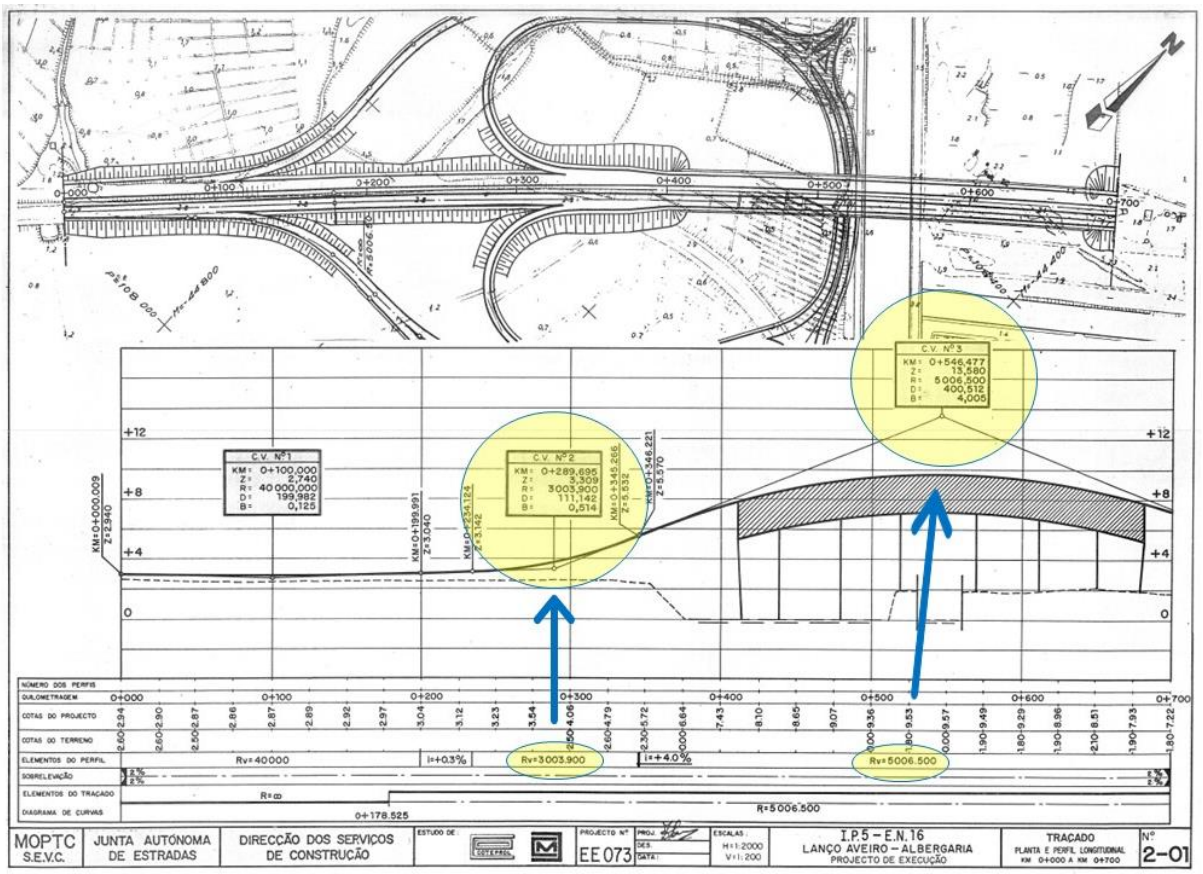



Figura 4.15 - Exemplo de desenho do projeto em planta e perfil longitudinal

Tabela 4.2 – Exemplo de geometria da via discordante da norma

| Curva | Velocidade de Tráfego (Limite Atual) (km/h) | Raio Atual (m) | Raio Mínimo (VT atual) (m) | Velocidade Máxima (R atual) (m) |
|---|---|---|---|---|
| **Côncava** | 120 | 3003,9 | 5500 | 90 |
| **Convexa** | 120 | 5006,5 | 9000 | 100 |

### 4.4.2. Metodologia de acordo com os Acidentes

Os acidentes foram avaliados de acordo com a sua variação ao longo dos anos, os números de ocorrências, as possíveis causas e outros fatores externos que podem estar relacionados aos mesmos, como a meteorologia, por exemplo. Adicionalmente foi verificada a geometria por puder indicar zonas específicas não condizentes com as normas, por exemplo, justificando o maior risco referente a ocorrência de sinistros. Estes números chamam a atenção, uma vez que quanto mais reduzidos retratam uma estrada possivelmente toda bem projetada e construída e acima de tudo segura, que é afinal o

principal objetivo a se alcançar. As estatísticas aproveitadas para o trabalho puderam ser mais eficientes e lógicas quando foram tratadas mais detalhadamente, observando-se os acidentes em cada sublanço proporcional à extensão e ao fluxo de veículos dos mesmos.

Os dados recolhidos procederam da base de dados da Ascendi, empresa responsável pela concessão, e foi possível operar com registos entre 2015 e 2021 (Figura 4.16). Cada um destes registos é integrado por diversos detalhes sobre os acidentes, sejam referentes à via, às condições climatéricas, variáveis externas ou especificações da data, hora, dia da semana e do mês, possibilitando diversas análises sobre os ocorridos. É possível observar um exemplo de um relatório no Anexo 2.

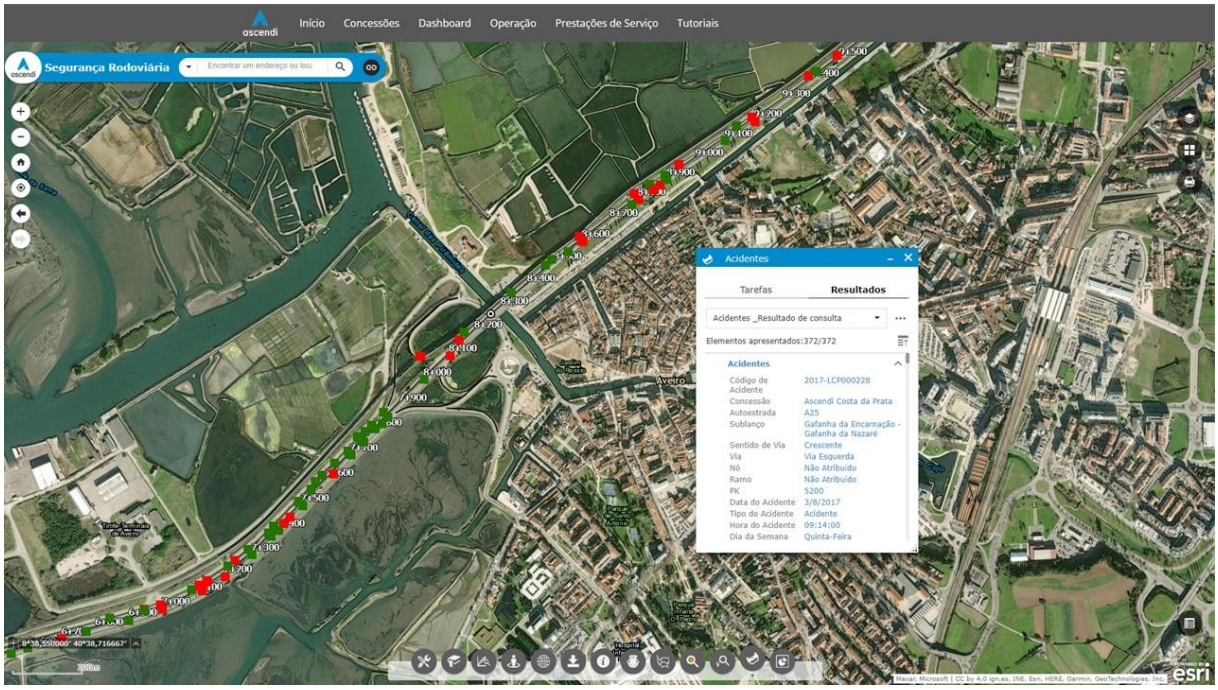


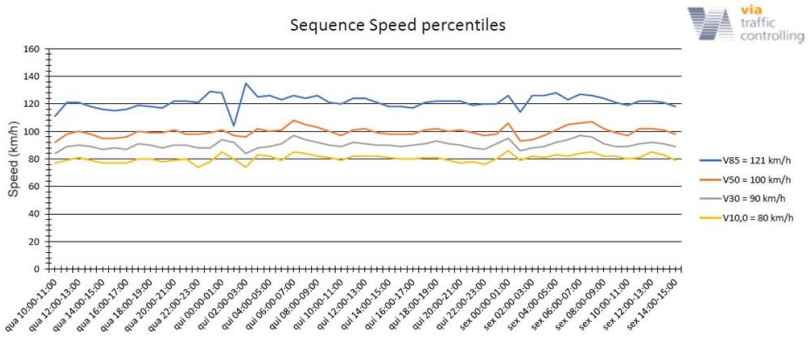

Figura 4.16 – Exemplo de mapa de acidentes da base de dados da Ascendi

### 4.4.3. Metodologia de acordo com o Percentil 85

O percentil 85, medido diretamente na via de estudo foi aplicado de acordo com Cardoso (Cardoso, J. L., 2010). Neste caso a ideia parte de uma avaliação do comportamento dos próprios condutores, admitindo que os mesmos têm um comportamento razoável ao conduzir e por isso esta variável pode servir de parâmetro, ou seja, ao identificar a velocidade respeitada por 85% dos condutores, que representa, estimando um comportamento razoável dos mesmos, o mais próximo ao que seria uma velocidade apropriada para o respetivo lanço.

Sendo assim, para o estudo foram necessárias diversas medições das velocidades, tendo sido todas elas realizadas com os radares disponibilizado pela Ascendi e FEUP, em dias úteis e por períodos entre 48 e 72 horas aproximadamente (Figura 4.17). Ao todo foram realizadas 26 instalações de radares, sendo 13 delas no sentido crescente e as outras 13 no sentido decrescente com o intuito de obter informações mais precisas sobre as velocidades praticadas nos diferentes pontos da autoestrada. A partir deste grande

número de medições obteve-se um mapeamento mais detalhado de cada troço da estrada em estudo. É possível visualizar, no Anexo 3, um exemplo do relatório extraído a partir da medição realizada pelos radares.




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Evaluation time** | 6 de abril de 2022,10:00 - 8 de abril de 2022,15:00 | | | | | |
| **Speed limit** | 120 km/h | | **Count** | **Vd[km/h]** | **Vmax[km/h]** | **V85 [km/h]** |
| **Speed violations** | 15,54 % | **Two-wheelers** | 270 | 94 | 145 | 111 |
| **Average gap time** | 5,96 s | **Car** | 15330 | 100 | 193 | 118 |
| **Queue traffic** | 52,62 % | **Vans** | 6804 | 106 | 210 | 125 |
| **ADT** | 13509 | **Trucks** | 4105 | 108 | 191 | 127 |
| **AYT** | 4930785 | **Semi-Truck** | 3323 | 93 | 167 | 107 |
| **LGV traffic share** | 24,90 % | | | | | |
| **Evaluation direction** | Arriving | **Total** | 29832 | 102 | 210 | 121 |
| **Author:** | | | | | | |
| **Comment:** | Radar A2 | | | | | |
| **Location:** | A25 Pk 9+200 Crescente | | | | | |
| **Arriving vehicles from:** | | | | | | |
| **Departing vehicles to:** | | | | | | |

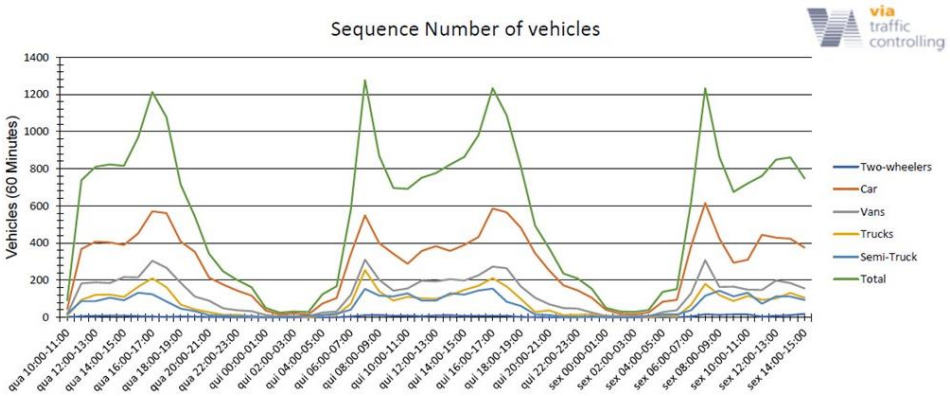
Figura 4.17 - Exemplo das amostras de velocidades recolhidas na autoestrada

Com a intenção de analisar o comportamento dos condutores com o maior grau de liberdade possível para conduzir foram observadas as velocidades medidas durante a madrugada devido às condições de tráfego adequadas para a circulação dos veículos sem interferências causadas por outros veículos. O intervalo horário mais frequente dentre os aproveitados foi entre 00h e 05h, com a média de veículos por hora inferior a 100.

### 4.4.4. Metodologia de acordo com o Tráfego

Sobre o tráfego local é relevante de ser observado, pois de certa forma, o mesmo indica as probabilidades de ocorrerem acidentes, como também a procura na infraestrutura. Com esta variável obtém-se noções sobre a capacidade da via e também das condições de serem adotadas quaisquer velocidades que o condutor julgue adequadas para sua viagem (Figura 4.18).

Como citado anteriormente, este fator pode ser relacionado com a probabilidade de ocorrerem acidentes e com a liberdade que os veículos têm para se movimentarem. Os dados trabalhados foram referentes aos TMDAs anos de 2015 a 2021 registados na A25, Costa de Prata. Além dos estudos sobre a evolução do tráfego nos últimos anos, também foi, como já citado, relacionado com alguns outros dados recolhidos devido as correlações existentes, como os registos de acidentes e as velocidades registadas.




| Evaluation time | 6 de abril de 2022,10:00 - 8 de abril de 2022,15:00 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Speed limit | 120 km/h | | Count | Vd[km/h] | Vmax[km/h] | V85 [km/h] |
| Speed violations | 15,54 % | Two-wheelers | 270 | 94 | 145 | 111 |
| Average gap time | 5,96 s | Car | 15330 | 100 | 193 | 118 |
| Queue traffic | 52,62 % | Vans | 6804 | 106 | 210 | 125 |
| ADT | 13509 | Trucks | 4105 | 108 | 191 | 127 |
| AYT | 4930785 | Semi-Truck | 3323 | 93 | 167 | 107 |
| LGV traffic share | 24,90 % | | | | | |
| Evaluation direction | Arriving | Total | 29832 | 102 | 210 | 121 |
| Author: | Isadora Bruck Py Velloso | | | | | |
| Comment: | Sentido Crescente | | | | | |
| Location: | A25 - Pk 9+200 | | | | | |
| Arriving vehicles from: | Pirâmides | | | | | |
| Departing vehicles to: | Esgueira | | | | | |

Page 1 1

Figura 4.18 - Exemplo das amostras de tráfego recolhidas na autoestrada

## 4.5. Discussão de Resultados

Após a recolha e tratamentos dos dados elaboradas as conclusões expostas neste capítulo. A partir dos resultados é plausível sugerir diferentes interpretações e modos de atuação com relação resultados brutos, no entanto a ideia final seria de fato reunir as diversas perspetivas e avaliar de que maneira poderiam apresentar uma ou mais soluções plausíveis e aplicáveis. No Anexo 4 encontram-se os respetivos dados base que foram utilizados para a análise.

### 4.5.1. Avaliações Individuais da Geometria

- Curvas em Planta

Conforme a metodologia aplicada já descrita, relativamente aos resultados obtidos a partir da normalização dos raios em planta foram discriminadas 5 curvas que apresentavam raios de dimensão inferiores aos valores mínimos estipulados para garantir a segurança e o conforto durante seu desenvolvimento para uma velocidade de tráfego de 120km/h, conforme descrito no Anexo 4. A primeira delas está localizada próximo ao Pk 0+427, bem próxima ao início da concessão, as duas seguintes próximas ao Pk 12+000, perto do nó de Esgueira, a quarta no Pk 14+000, no nó de Aveiro Nascente, e a última perto do Pk 23+290, quase no nó da Albergaria, conforme Figura 4.19. Para cada um foi verificada a velocidade tabelada e assinalada as diferenças obtidas. Nota-se que em 2 destes casos selecionados não foram verificadas irregularidades em relação ao raio pois os mesmo estavam sujeitos a limites de velocidade mais baixos do que o estabelecido como base para identificação, sendo eles situados na primeira e na quarta curva de acordo com a ordem crescente da quilometragem da via. Já os outros 3 casos apurados (segunda, terceira e quinta curva respetivamente aos quilómetros crescentes da autoestrada) verificaram-se que os raios existentes estavam abaixo do valor estabelecido para o raio

mínimo normal responsável por garantir uma circulação segura e cómoda. No entanto, todos eles estavam acima dos valores referentes ao raio mínimo absoluto que garante a segurança da circulação. Desta maneira todos eles foram desconsiderados como um fator de risco devido ao limite de velocidade local.

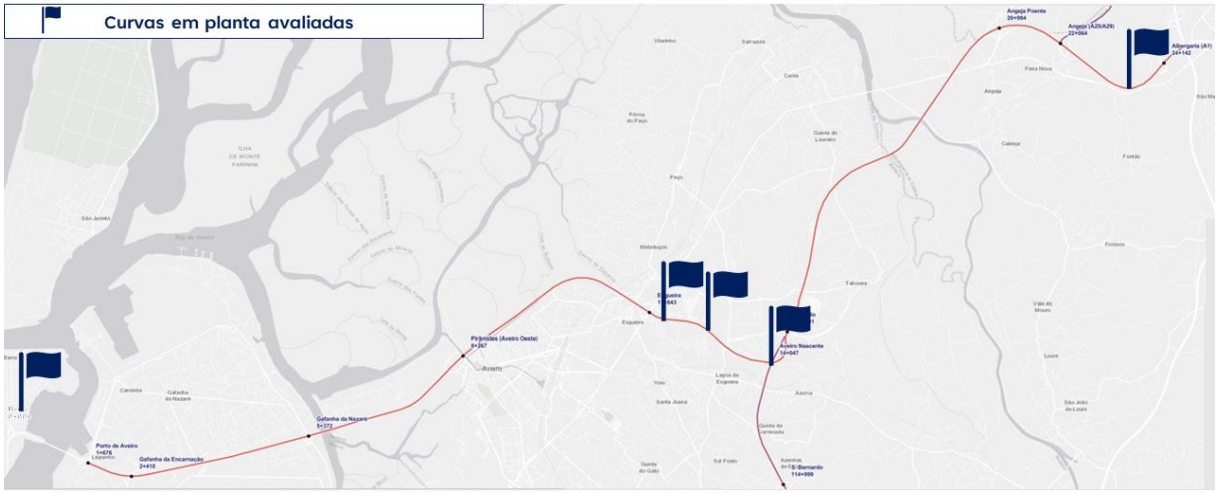



Figura 4.19 - Localização das curvas em planta avaliadas

- Concordâncias Verticais

Semelhante ao caso anterior, foram selecionados da mesma forma 10 concordâncias verticais para serem comparadas com a norma próximos aos Pks 0+879, 1+839, 5+202,8+035, 8+147, 8+562, 9+714, 13+710, 15+195, 20+298, conforme Figura 4.20. Dentre estes casos, 7 deles apresentavam raios inferiores aos parâmetros relacionados ao conforto, mas como nos raios horizontais, estes valores ainda são aceitáveis enquanto respeitarem a segurança durante a circulação. Tais casos correspondem respetivamente à terceira, quarta, quinta, sexta, sétima, nona e décima concordância dentre as citadas anteriormente. Contudo, ainda há 3 destes raios que estão abaixo também dos limites extremos de segurança conforme os limites de velocidade adotados na via. Estes três casos são seguidos uns dos outros sendo eles localizados nos dois sublanços compreendidos entre o nó da Gafanha de Nazaré e o nó de Esgueira. As medidas dos raios reais que garantissem a segurança de circulação, nestes casos, corresponderiam a velocidades limites de 90 km/h e 100 km/h, conforme observado no Anexo 4.

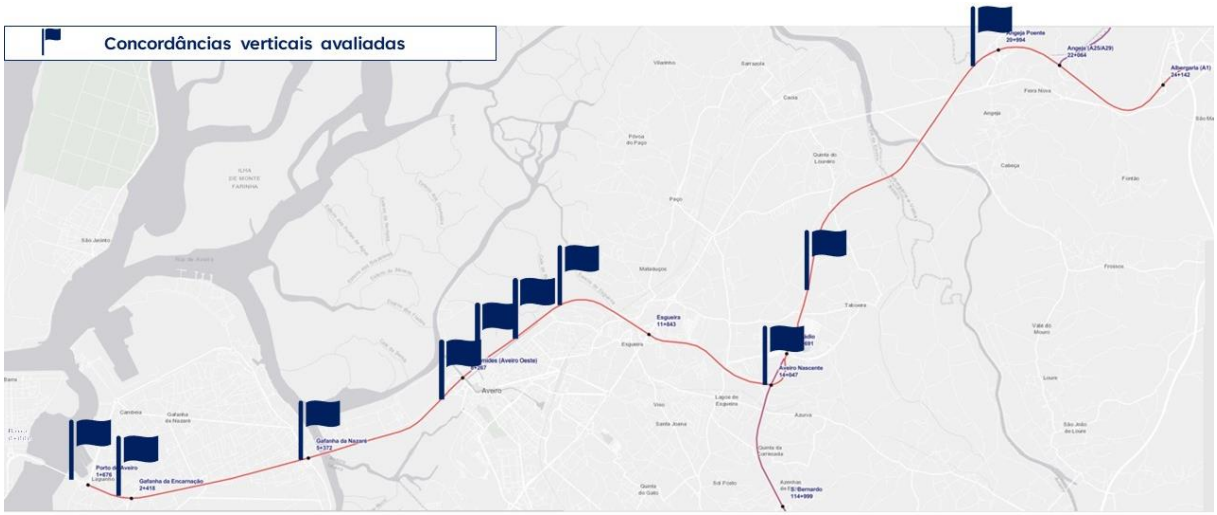



Figura 4.20 - Localização das concordâncias verticais avaliadas

- Zonas de Transição de Aceleração e Desaceleração

Para esta parte do estudo foi preciso dividir a análise em duas partes, uma referente ao trajeto no sentido crescente e a outra no sentido decrescente, Ao todo foram consideradas 16 entradas e 15 saídas no sentido crescente e 13 entradas e 13 saídas no sentido decrescente. Observa-se a localização aproximada das mesmas na Figura 4.21. Dentre elas foram observadas pelo menos 10 situações em que os valores correspondentes ao bisel eram insuficientes para o aumento ou redução da velocidade de maneira segura segundo consta nas normas, tais informações encontram-se disponíveis no Anexo 4. Esta extensão demasiado curta para as zonas de entrada na rodovia pode acarretar em uma defasagem muito grande entre as velocidades praticadas na via, possibilitando a ocorrência de acidentes e para as zonas de saída da rodovia pode ocasionar despiste dos veículos por causa da velocidade elevada. Uma vez que as alterações no comprimento das vias paralelas não são alteradas de maneira simples uma das soluções para a minimização do risco poderia passar pela redução da velocidade limite de circulação da plena via uma vez que desta depende diretamente as necessidades de extensão das vias de aceleração e desaceleração.

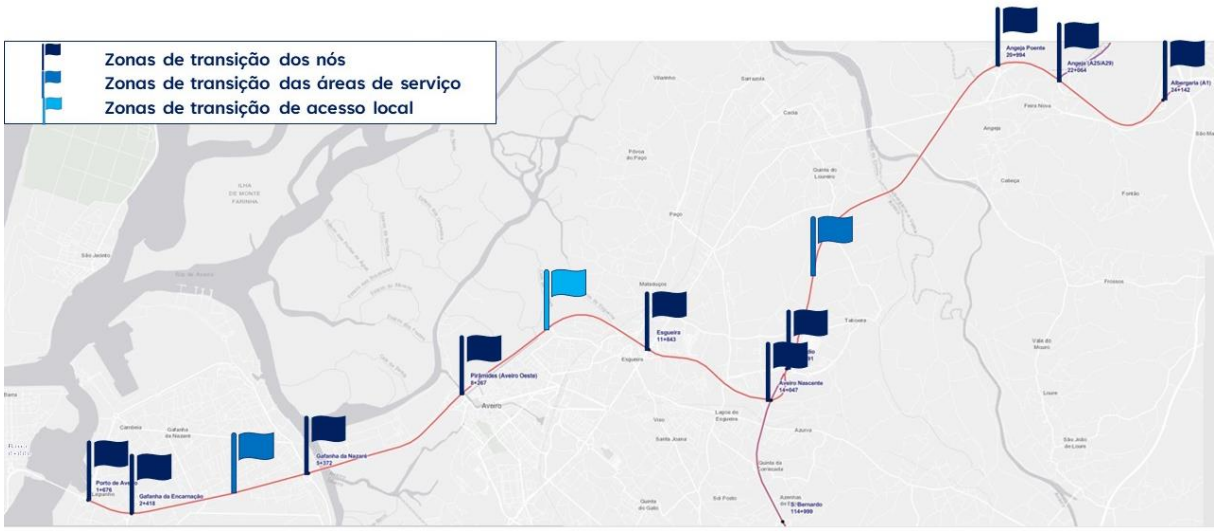



Figura 4.21 - Localização das zonas de transição avaliadas

- Acidentes

Isoladamente os dados indicativos dos acidentes apenas informam como variou o número de ocorrências ao longo dos anos. A partir deles é possível identificar, por exemplo, o elevado e crescente número de registos entre Gafanha de Nazaré e Pirâmides e entre Pirâmides e Esgueira. Estes dados alertam que nestes lanços pode existir alguma incoerência no limite de velocidade. Mas é importante levar em consideração também o comprimento de cada sublanço, pois a proporção pode alterar a avaliação dos resultados, observa-se mais detalhadamente no Anexo 4. Observando dessa forma foi destacado que os sublanços citados anteriormente representam, proporcionalmente à extensão da autoestrada, 20,7 % e 17,3 %, respetivamente, dos acidentes ocorridos (Figura 4.22), o que reforça a ideia de que pode haver sobrevalorização dos limites de velocidade estabelecidos.

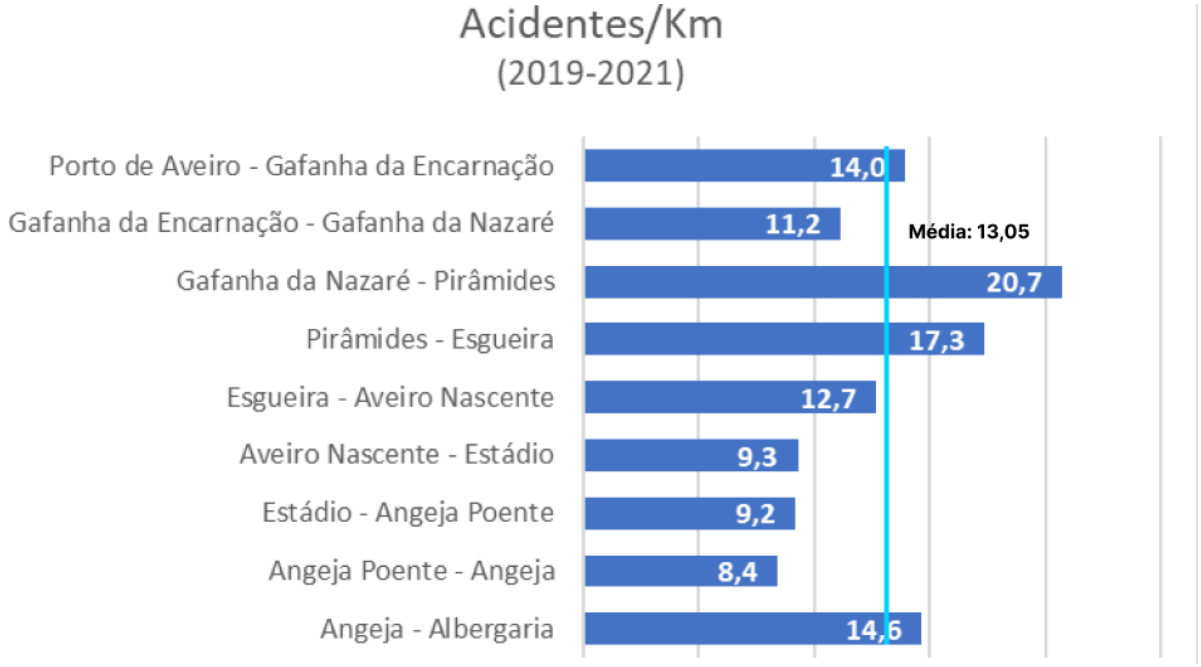



Figura 4.22 – Número de acidentes de 2019 a 2021 da A25 – CP por quilometragem de cada sublanço

- Velocidade de Tráfego

Correspondente às informações recolhidas a partir dos radares, pôde-se caracterizar a área de estudo a partir de 13 medições em cada sentido da autoestrada. A partir destes pontos obteve-se uma noção geral do que se estima ser o comportamento comum dos condutores a respeito das velocidades médias, velocidades de tráfego e excessos de velocidade, estando estes mais detalhados no Anexo 4.

Deste modo, foi possível constatar que a velocidade média em toda autoestrada varia entre 90 e 100 km/h, que o percentil 85 está em quase todas os pontos acima de 100 km/h e às vezes até acima do limite de velocidade e que os sublanços em que os limites de velocidade são mais vezes excedidos são entre Gafanha de Nazaré e Pirâmides, Pirâmides e Esgueira, Esgueira e Aveiro Nascente e Estádio e Angeja Poente, como pode ser verificado na Tabela 4.3 e na Tabela 4.4. Estes valores auxiliam a verificar quais limites de velocidade que poderão ou não estar adequados ou uma necessidade de reforço de sinalização.

Um exemplo interessante a se ter como base é o caso próximo ao nó de Aveiro Nascente e ao nó do Estádio, onde há uma curva acentuada que representava um grande risco aos condutores. No entanto, a mesma teve seu limite de velocidade gradualmente reduzido até atingir os 60km/h, que apesar de ser pouco respeitado pelos veículos, provocou uma redução considerável da velocidade praticada pelos condutores, reduzindo também os riscos de exposição dos mesmos.

Observa-se ainda, considerando então o V85 como um parâmetro razoável do que seria um limite de velocidade adequado de acordo com a perceção dos condutores, o facto de que há também casos que o V85 se encontra bastante abaixo do limite de velocidade estipulado. O que indica que esta parcela referente a 85% dos veículos sequer se aproxima da velocidade limitada em dado local, indicando eventualmente um exagero nos valores definidos para um determinado trecho de via, pois sugere que os próprios condutores não ousam atingir velocidades tão altas quanto à limitada.

Tabela 4.3 - Resultados recolhidos a partir da utilização dos radares no sentido crescente

| Sublanço | Pk | Velocidade Média no Tempo (km/h) | Percentil 85 (km/h) | Limite de Velocidade (km/h) | Violações (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Porto de Aveiro | | | | | |
| | - | - | - | - | - |
| Gafanha da Encarnação | 2+600 | 76 | 95 | | 7,35% |
| | 5+050 | 91 | 110 | 120 | 5,37% |
| Gafanha da Nazaré | 5+300 | 92 | 110 | | 4,73% |
| | 6+600 | 89 | 107 | 120 | 3,14% |
| Pirâmides | 7+950 | 97 | 116 | | 9,86% |
| | 9+200 | 102 | 121 | | 15,54% |
| | 9+800 | 98 | 118 | 120 | 11,75% |
| Esgueira | 11+700 | 100 | 121 | | 15,19% |
| | 14+000 | 76 | 91 | 60 | 85,45% |
| Aveiro Nascente | | | | | |
| | - | - | - | - | - |
| Estádio | 15+100 | 88 | 103 | 120 | 1,92% |
| Angeja Poente | 18+650 | 97 | 115 | | 9,03% |
| | 21+300 | 89 | 107 | 120 | 2,87% |
| Angeja | 23+250 | 97 | 114 | 120 | 6,57% |
| Albergaria | | | | | |

Tabela 4.4 - Resultados recolhidos a partir da utilização dos radares no sentido decrescente

| Sublanço | Pk | Velocidade Média no Tempo (km/h) | Percentil 85 (km/h) | Limite de Velocidade (km/h) | Violações (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Porto de Aveiro | | | | | |
| | - | - | - | - | - |
| Gafanha da Encarnação | 2+500 | 91 | 110 | 120 | 5,97% |
| Gafanha da Nazaré | 5+250 | 92 | 110 | | 5,13% |
| | 5+500 | 83 | 102 | 120 | 2,15% |
| Pirâmides | 7+400 | 99 | 119 | | 12,71% |
| | 9+200 | 102 | 121 | | 15,42% |
| | 9+850 | 87 | 103 | 120 | 1,99% |
| Esgueira | 10+200 | 108 | 127 | | 25,37% |
| | 11+950 | 77 | 90 | 120 | 0,15% |
| Aveiro Nascente | 14+000 | 61 | 76 | 60 | 54,56% |
| | - | - | - | - | - |
| Estádio | 15+200 | 106 | 125 | 120 | 21,19% |
| Angeja Poente | 18+650 | 111 | 130 | | 30,92% |
| | 21+850 | 93 | 108 | 100 | 7,75% |
| Angeja | 23+600 | 82 | 95 | 120 | 0,33% |
| Albergaria | | | | | |

- Volume de Tráfego

A análise do TMDA, apesar dos distintos valores em cada sublanço, apresentam uma variação semelhante ao longo dos anos em todos eles, principalmente considerando o ano de 2020, bastante afetado devido à pandemia. Excetuando este fator, é notável uma crescente no tráfego de veículo na rodovia estudada, em todos os sublanços há um aumento do número de condutores, o que implica diretamente na velocidade praticada e no risco de acidentes, que será melhor aprofundada na avaliação do conjunto dos fatores, observar Anexo 4.

### 4.5.2. Apreciação Global

O estudo abrangeu diferentes perspetivas de forma isolada para, de alguma maneira, facilitar a localização de troços de uma autoestrada onde o limite de velocidade não estivesse de acordo com os parâmetros de segurança esperados para que haja menor risco de acidentes e assim proporcionar mais qualidade aos condutores e menos gastos às entidades responsáveis pelas vias. Sendo assim, foi utilizada uma autoestrada real como modelo para aplicação do estudo, com a finalidade de, a partir dos resultados obtidos, encontrar as soluções que possam ser úteis em outras situações para se encontrarem velocidades mais adequadas para uma circulação segura.

A partir das características e outros dados recolhidos da A25 – CP, alguns trechos apontaram diferentes circunstâncias em que os limites de velocidade em vigor não parecem estar a favorecer a segurança no local. Os sublanços entre Gafanha de Nazaré e Pirâmides, entre Pirâmides e Esgueira, entre Esgueira e Aveiro Nascente e entre Angeja e Albergaria foram os que, no total dos aspetos avaliados, apresentam mais inconformidades a respeito dos parâmetros representativos de segurança em autoestradas. Conforme observa-se na Figura 4.23, estes 4 sublanços estão acima da média total nesta concessão. Visto que nestes lanços estão localizadas boa parte das irregularidades citadas, faz sentido que haja uma relação com o método de análise proposto.

De acordo com a Tabela 4.5 fica mais evidente o total de irregularidades apresentadas em cada sublanço. Um quadro mais detalhado pode ser encontrado no Anexo 5, onde estão inseridos os dados utilizados já relacionados uns com os outros.

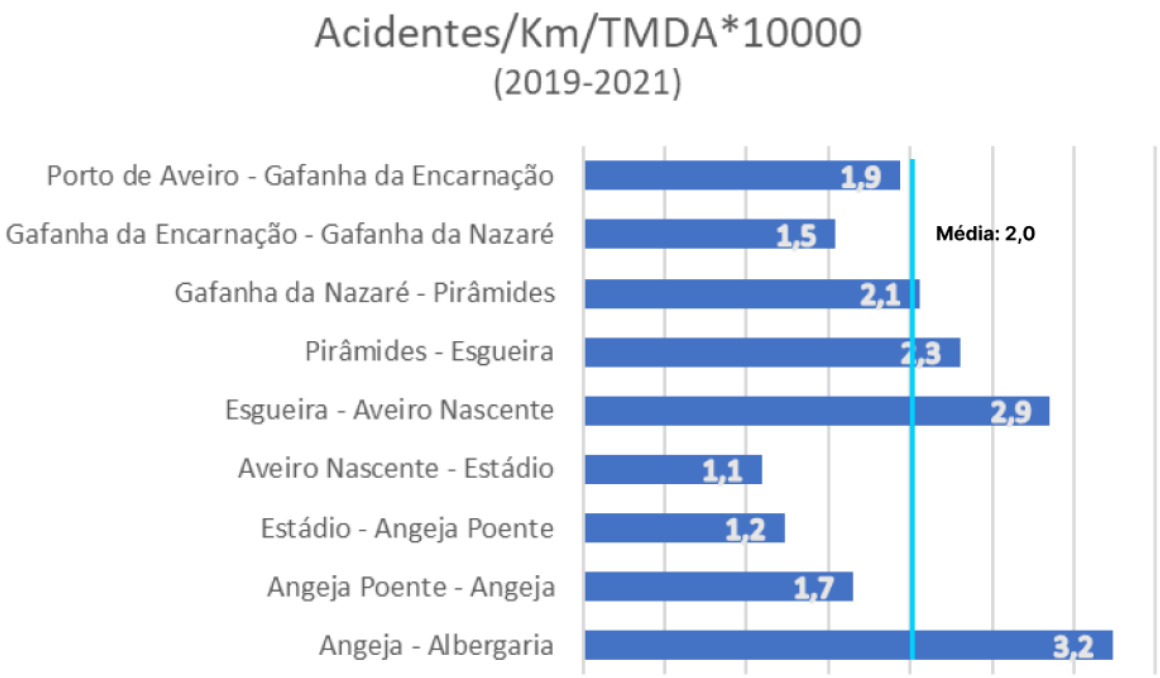



Figura 4.23 - Gráfico representativo do número de acidentes proporcional à extensão e ao tráfego de cada sublanço entre o ano de 2019 e 2021

Tabela 4.5 – Resumo dos dados avaliados referentes aos sublanços da A25-CP

| Sublanço | ΔL | Curva em Planta | Concordância em Perfil | Zonas de Transição | Acidentes | Violação da Velocidade | Resumo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Porto de Aveiro | | | | | | | |
| Gafanha da Encarnação | 2419 | OK | OK | ***KO*** | ***KO*** | OK | - |
| Gafanha da Nazaré | 2953 | OK | OK | ***KO*** | OK | OK | - |
| Pirâmides | 2895 | OK | ***KO*** | ***KO*** | ***KO*** | OK | - |
| Esgueira | 3576 | OK | ***KO*** | ***KO*** | ***KO*** | ***KO*** | ***SUBLANÇO CRÍTICO*** |
| Aveiro Nascente | 2203 | OK | OK | ***KO*** | OK | ***KO*** | - |
| Estádio | 645 | OK | OK | OK | OK | OK | - |
| Angeja Poente | 6304 | OK | OK | OK | ***KO*** | ***KO*** | - |
| Angeja | 1069 | OK | OK | ***KO*** | OK | OK | - |
| Albergaria | 2526 | OK | OK | OK | ***KO*** | OK | - |
| | | | | | | | |

# 5
# CONCLUSÕES

A partir de uma profunda análise de todos os dados obtidos, tanto de modo individual como em conjunto, o presente estudo teve por objetivo definir uma simples metodologia eficaz e coerente de interpretar os limites de velocidades de uma determinada autoestrada a partir das informações mais usuais e de fácil obtenção. Esta abordagem permite trabalhar em um primeiro momento com os dados em bruto para se localizar possíveis vulnerabilidades relacionadas com as velocidades praticadas pelos condutores dentro das limitações legais.

O caso de estudo referenciado foi utilizado como um modelo prático para demonstrar e a validar a aplicação da metodologia desenvolvida. Demonstrando cada passo executado, os possíveis resultados a encontrar e como proceder o cruzamento destes resultados para encontrar um fundamento que justifique os limites de velocidades estabelecidos em um determinado trecho de uma autoestrada ou então as razões que comprovem a necessidade ou o benefício de uma alteração destes limites. Todos estes processos realizados têm sempre como meta melhorar a qualidade da segurança rodoviária oferecida aos condutores.

Após diversas conclusões pontuais é preciso reunir todos os elementos significativos e encontrar uma forma de os encaixar formando um argumento fundamentado que comprove quaisquer soluções encontradas que, de alguma forma, melhorem as condições de circulação em uma dada via. No entanto, não basta apenas encontrar novas soluções, é preciso que elas também conciliem com restante do ambiente e com as viabilidades económicas. Isto quer dizer, não adianta reduzir o limite de velocidade em um determinado trecho para se adequar às características e acabar gerando um novo problema pela oscilação dos limites e confundir os condutores. Observa-se que todas as avaliações foram feitas a partir dos limites de velocidades reais da via em análise, conforme Figura 5.1 e Figura 5.2.




Figura 5.1 - Limites de velocidades atuais no sentido crescente da A25-CP




Figura 5.2 - Limites de velocidades atuais no sentido decrescente da A25-CP

De acordo com o apresentado, uma proposta razoável a se avaliar seria, especificamente relativa à uma alteração do limite de velocidade próximo ao nó de Pirâmides, onde foram apresentadas algumas das irregularidades mais evidentes, juntando aos fatos de ainda estarem próximas de uma atenuante que são as zonas de transições dos nós e ao desproporcional número de acidentes. Por estas razões, este lanço poderia talvez apresentar uma redução de velocidade pontual e não muito brusca, semelhante ao caso nas imediações dos nós de Angeja Poente e Angeja no sentido decrescente. Os valores correspondentes às velocidades limites pelas características da geometria do ambiente são, respetivamente, 90 km/h, 100 km/h e 90 km/h mais uma vez.

No entanto, todas essas alterações, sugeridas, em um curto espaço causariam ainda mais confusão aos condutores. Dessa forma, mesmo que não se reduza ao valor limite indicado de 90 km/h, mas que seja aplicado 100 km/h em toda a zona afetada, o risco é reduzido, as alterações são simplificadas, os gastos são minimizados e a compreensão da mudança dos limites fica mais clara para quem estiver a conduzir (Figura 5.3).

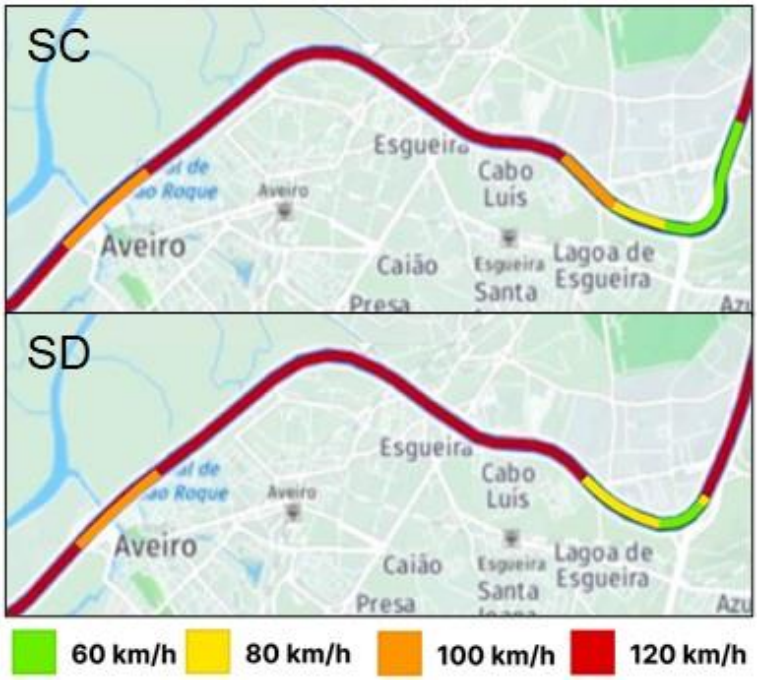



Figura 5.3 - Proposta de alteração do limite de velocidade próximo ao nó de Pirâmides

Ainda em um ponto de vista semelhante ao anterior é relevante observar a homogeneidade das condições de condução, nomeadamente relativo aos limites de velocidades na autoestrada. Tendo em vista então reduzir a quantidade de variações dos limites de velocidades em trechos muito curtos e ainda assegurar uma circulação segura nos pontos de maiores riscos convém que os limites sejam aplicados de maneira mais conservadora.

Sendo assim, uma vez que o trecho entre o nó de Esgueira e o nó de Aveiro Nascente com limites de velocidades de 120 km/h, entre dois trechos limitados a 100km/h, não ultrapassam 5 quilómetros, é plausível considerar manter todo o trecho uniformizado de acordo com o limite mais inferior (Figura 5.4). Dessa maneira obtém-se uma circulação mais homogénea e segura, simplificando o entendimento dos condutores.

Continuando no mesmo raciocínio, conforme comprovado pelas normas, nota-se que o limite de velocidade aplicado entre o nó de Aveiro Nascente e o nó do Estádio é demasiado conservador. No entanto o mesmo cumpre a função de alertar aos condutores o perigo com relação à curva que apesar de não cumprirem o limite indicado ao menos circulam com velocidades mais reduzidas.

Por esta razão, permite-se avaliar também uma alteração do limite de velocidade neste local, neste caso passar dos 60 km/h para 80 km/h, com o intuito, mais uma vez, de reduzir a quantidade de limites de velocidades diferentes em curtos espaços (Figura 5.4), permitindo dessa forma que o traçado tenha uma maior homogeneidade visando à segurança do lanço. É importante salientar que esta alteração necessita de maior atenção, uma vez que pode influenciar negativamente na prudência dos condutores, pois um aumento relativo ao limite de velocidade permite uma interpretação de que o risco implicado pela curva não é tão elevado.

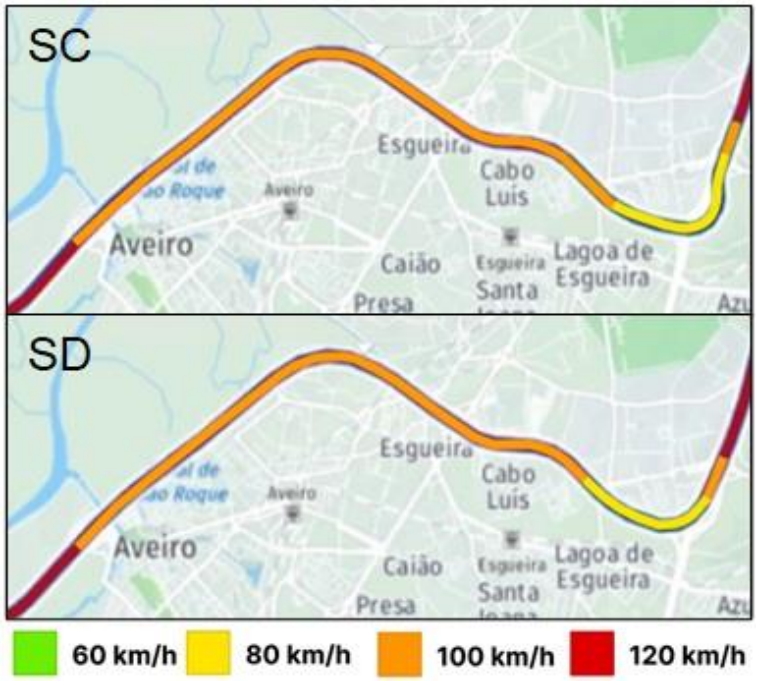



Figura 5.4 - Proposta final de alteração dos limites de velocidade na A25-CP

Uma outra sugestão mais sucinta seria avaliar as possibilidades de serem estendidas, para as próprias vias da autoestrada, as indicações referentes às reduções de velocidade próximas às zonas de transição, principalmente para os pontos onde foram identificados desenvolvimentos dos biséis inferiores aos mínimos estipulados para garantir a segurança.

Observa-se, que grande parte das rampas de entrada e saída já estão adaptadas desta forma, pelo que esta observação é feita apenas para reforçar a importância que existe em uma sinalização adequada para a prevenção de acidentes rodoviários, antecipando um comportamento mais preservativo do condutor. Os mapas completos encontram-se disponíveis para uma melhor visualização no Anexo 6.

## 5.1. Perspetivas Futuras

O intuito de todo o método prático apresentado é apenas servir como uma base teórica que seja aplicada como suporte para alternativas de senso crítico que pretendam encontrar possibilidades de melhoria da segurança nas autoestradas, encontrando soluções que se adequem melhor à evolução do tráfego ao

longo dos anos pois os valores existentes (velocidade e geometria do traçado) que se encontram irregulares não foram impostos erroneamente, mas apenas ficaram ultrapassados. Então a partir do estudo desenvolvido apresenta-se uma alternativa para facilitar a localização de locais onde o limite de velocidade estabelecido não corresponde aos requisitos de segurança atuais.

A partir desta formulação inicial, será possível proporcionar novas possibilidades de se encontrarem soluções para melhorar a qualidade de transporte por meios rodoviários, contando sempre com a possibilidade de aprimoramento dos modos de investigação, avaliação e aplicação adotados neste processo. Definidas as ideias iniciais de como avaliar a adequabilidade dos limites de velocidades em autoestradas, é esperado, num primeiro momento, que seja possível a aplicação do mesmo no caso de estudo de maneira efetiva, conforme os resultados encontrados e, consequentemente, o mesmo processo possa ser efetuado noutras autoestradas de domínio da Ascendi.

Tendo em vista que o método já atende de forma mais ligeira às principais necessidades de identificar trechos de autoestradas que estejam com os limites de velocidades sobrestimados e ainda auxilia na identificação de qual o novo limite a ser implementado, entende-se que o mesmo cumpre com o objetivo inicial proposto. Ao mesmo tempo, imagina-se que o processo de avaliação poderia ser ainda mais eficaz quanto mais específicas fossem as informações obtidas das estradas e dos respetivos traçados e ainda que estas informações fossem comparadas mais minuciosamente com os parâmetros normalizados.

Dessa forma, acredita-se ainda que os resultados seriam mais precisos quando os métodos aplicados incluíssem na avaliação dos parâmetros normalizados, informações reais sobre os alinhamentos retos, as dimensões das faixas de rodagem, a homogeneidade do traçado, as clotóides das curvas de transição, a visibilidade, a sobrelevação, a inclinação. Estas características foram consideradas menos relevantes, comparadas às utilizadas, nesta primeira abordagem de identificação da adequabilidade dos limites de velocidades. No entanto, percebe-se que estes aspetos secundários poderiam receber mais destaque no intuito de obter resultados mais completos. Assim, pelo facto de o assunto abordado ser mais específico e inovador, ainda não existe uma maneira ideal de estudo, o que torna qualquer nova abordagem válida a partir de que contribua para novas soluções e suporte as já existentes, a fim de tornar o processo abrangente e coerente.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO (2011). *Roadside Design Guide, Fourth Edition*. American Association of State Highway and. Transportation Officials.

Ascendi (2021). Anuário de Segurança Rodoviária 2021.

Ascendi (2021). Relatório Anual de Sinistralidade Rodoviária - Concessão Costa de Prata.

Cardoso, J. L. (2010). Recomendações para Definição e Sinalização de Limites de Velocidade Máxima. PRP - Prevenção Rodoviária Portuguesa.

DGV (2003), Guia de Sinalização Rodoviária. Direcção-Geral de Viação.

ERSO (2015). *Speed and Speed Management*. European Road Safety Observatory.

GRSP (2008). *Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners*. Global Road Safety Partnership.

InIR (2010). Revisão da Norma de Traçado. Instituto de Infraestruturas Rodoviárias, IP, ENGIVIA - Consultores de Engenharia, S.A., LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Jorge, T. A. R. (2021), Estudo das velocidades praticadas em contexto de autoestrada - Identificação de pontos crítcos.

Leitão, M. J. M. (2019), Sistemas de Telecomunicações II - Sistemas de Radar.

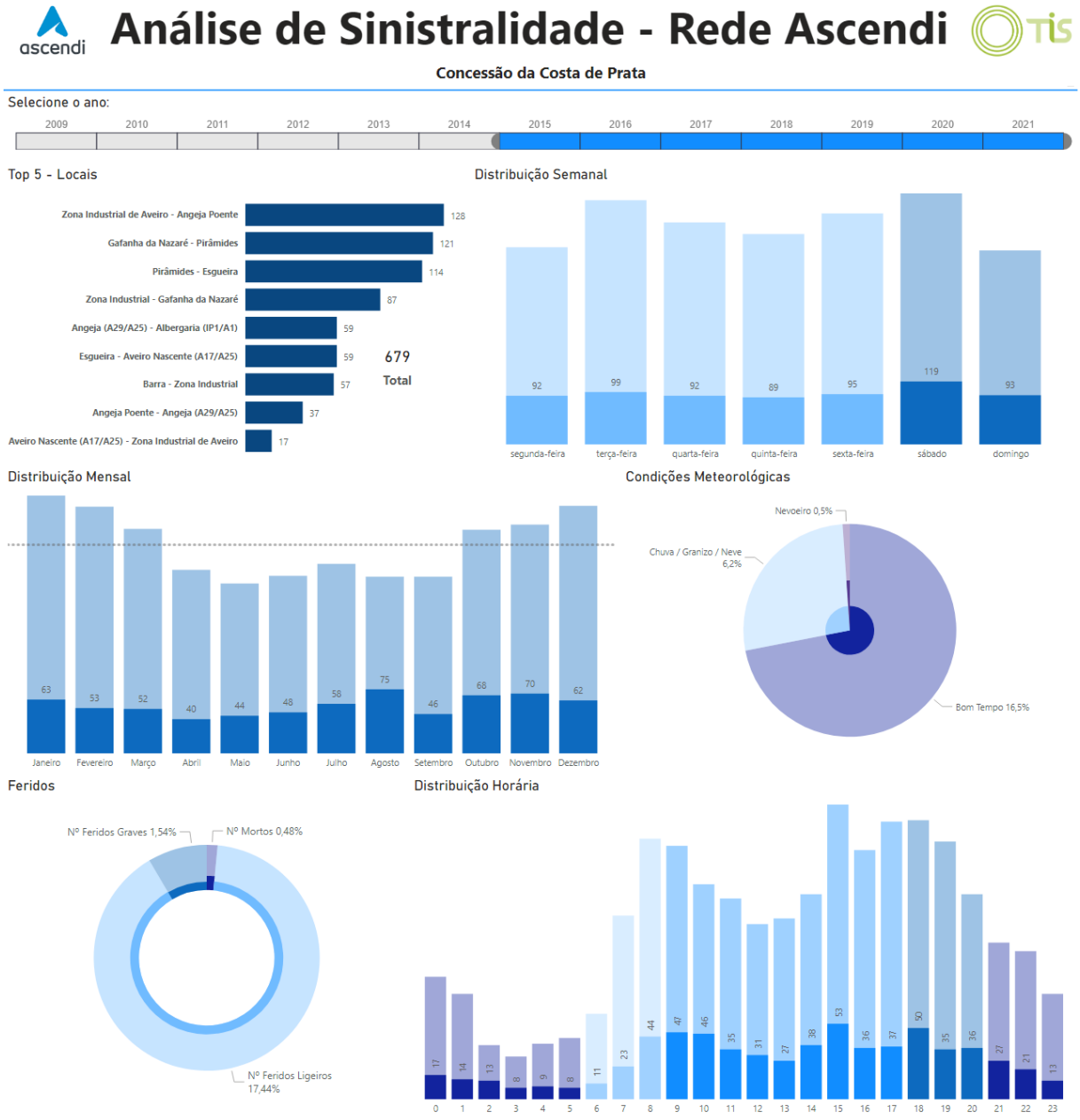
Marques, É. C. S. (2012). Fatores a serem considerados para a definição de velocidade limite em rodovias Brasileiras.

Nilsson, G. (2004). *Traffic safety dimensions and the Power Model to describe the effect of speed on safety.*

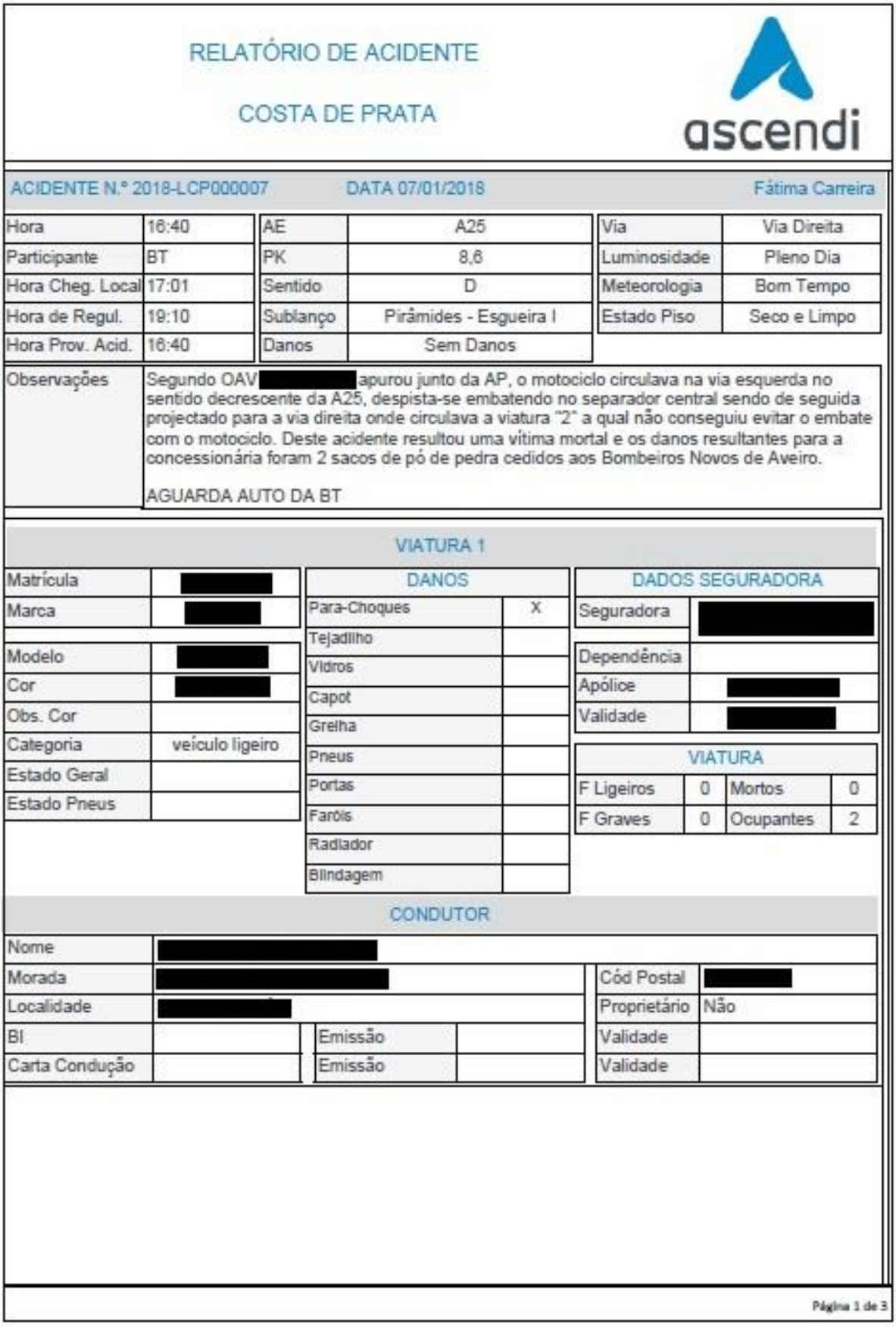
Silva, A. M. B., Seco, A. J. M. e Macedo, J. M. G. (2008). Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Rodoviária - Interseções Prioritárias e de Prioridade à Direita. CCDRN - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte.

# ANEXOS

# Anexo 1
Sinistralidade na A25 – Costa de Prata


Análise de Sinistralidade - Rede Ascendi
Concessão da Costa de Prata
Selecione o ano:
2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021
Top 5 - Locais
Zona Industrial de Aveiro - Angeja Poente 128
Gafanha da Nazaré - Pirâmides 121
Pirâmides - Esgueira 114
Zona Industrial - Gafanha da Nazaré 87
Angeja (A29/A25) - Albergaria (IP1/A1) 59
Esgueira - Aveiro Nascente (A17/A25) 59
Barra - Zona Industrial 57
Angeja Poente - Angeja (A29/A25) 37
Aveiro Nascente (A17/A25) - Zona Industrial de Aveiro 17
679
Total
Distribuição Semanal
92 99 92 89 95 119 93
segunda-feira terça-feira quarta-feira quinta-feira sexta-feira sábado domingo
Distribuição Mensal
63 53 52 40 44 48 58 75 46 68 70 62
Janeiro Fevereiro Março Abril Maio Junho Julho Agosto Setembro Outubro Novembro Dezembro
Condições Meteorológicas
Nevoeiro 0,5%
Chuva / Granizo / Neve 6,2%
Bom Tempo 16,5%
Feridos
Nº Feridos Graves 1,54%
Nº Mortos 0,48%
Nº Feridos Ligeiros 17,44%
Distribuição Horária
17 14 13 8 9 8 11 23 44 47 46 35 31 27 38 53 36 37 50 35 36 27 21 13
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

# **Anexo 2**
Exemplo de Relatório de Acidentes



RELATÓRIO DE ACIDENTE

COSTA DE PRATA

ascendi

ACIDENTE N.º 2018-LCP000007 DATA 07/01/2018 Fátima Carreira

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Hora | 16:40 | AE | A25 | Via | Via Direita |
| Participante | BT | PK | 8,6 | Luminosidade | Pleno Dia |
| Hora Cheg. Local | 17:01 | Sentido | D | Meteorologia | Bom Tempo |
| Hora de Regul. | 19:10 | Sublanço | Pirâmides - Esgueira I | Estado Piso | Seco e Limpo |
| Hora Prov. Acid. | 16:40 | Danos | Sem Danos | | |

| | |
|---|---|
| Observações | Segundo OAV [redacted] apurou junto da AP, o motociclo circulava na via esquerda no sentido decrescente da A25, despista-se embatendo no separador central sendo de seguida projectado para a via direita onde circulava a viatura "2" a qual não conseguiu evitar o embate com o motociclo. Deste acidente resultou uma vítima mortal e os danos resultantes para a concessionária foram 2 sacos de pó de pedra cedidos aos Bombeiros Novos de Aveiro.<br><br>AGUARDA AUTO DA BT |

VIATURA 1

| | |
|---|---|
| Matrícula | [redacted] |
| Marca | [redacted] |
| Modelo | [redacted] |
| Cor | [redacted] |
| Obs. Cor | |
| Categoria | veículo ligeiro |
| Estado Geral | |
| Estado Pneus | |

| DANOS | |
|---|---|
| Para-Choques | X |
| Tejadilho | |
| Vidros | |
| Capot | |
| Grelha | |
| Pneus | |
| Portas | |
| Faróis | |
| Radiador | |
| Blindagem | |

| DADOS SEGURADORA | |
|---|---|
| Seguradora | [redacted] |
| Dependência | |
| Apólice | [redacted] |
| Validade | [redacted] |

| VIATURA | | | |
|---|---|---|---|
| F Ligeiros | 0 | Mortos | 0 |
| F Graves | 0 | Ocupantes | 2 |

CONDUTOR

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nome | [redacted] | | | | |
| Morada | [redacted] | | | Cód Postal | [redacted] |
| Localidade | [redacted] | | | Proprietário | Não |
| BI | | Emissão | | Validade | |
| Carta Condução | | Emissão | | Validade | |

Página 1 de 3

# RELATÓRIO DE ACIDENTE

## COSTA DE PRATA

ascendi

### VIATURA 2

| | |
|---|---|
| Matrícula | [redacted] |
| Marca | [redacted] |
| Modelo | [redacted] |
| Cor | [redacted] |
| Obs. Cor | |
| Categoria | motociclo |
| Estado Geral | |
| Estado Pneus | |

| DANOS | |
|---|---|
| Para-Choques | |
| Tejadilho | |
| Vidros | |
| Capot | |
| Grelha | |
| Pneus | X |
| Portas | |
| Faróis | |
| Radiador | |
| Blindagem | |

| DADOS SEGURADORA | |
|---|---|
| Seguradora | |
| Dependência | |
| Apólice | |
| Validade | |

| VIATURA | | | |
|---|---|---|---|
| F Ligeiros | 0 | Mortos | 1 |
| F Graves | 0 | Ocupantes | 1 |

### CONDUTOR

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nome | [redacted] | | | | |
| Morada | | | | Cód Postal | |
| Localidade | | | | Proprietário | Não |
| BI | | Emissão | | Validade | |
| Carta Condução | | Emissão | | Validade | |

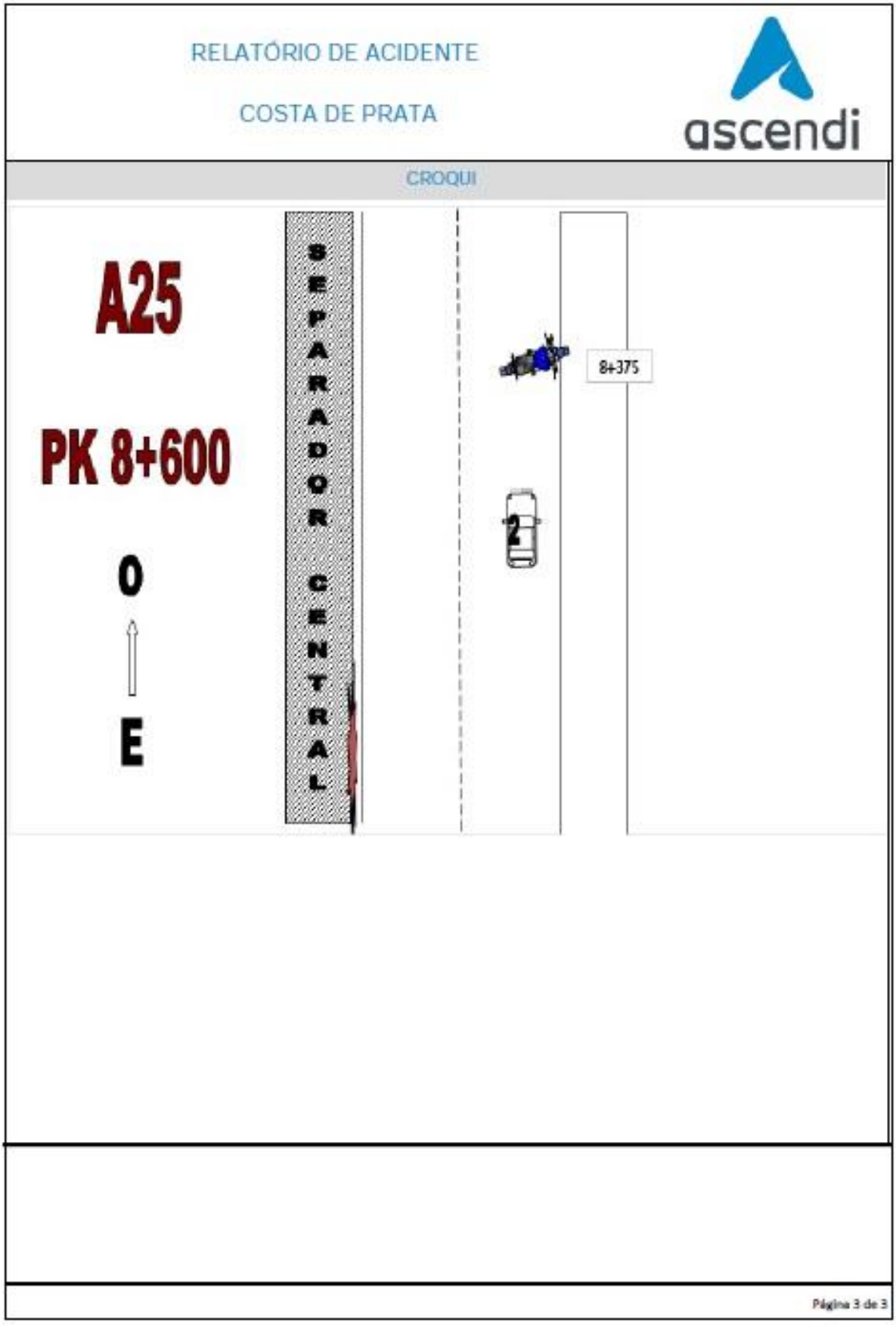
### MEIOS

| Participante | Matrícula | Data Chamada | Data Chegada |
|---|---|---|---|
| Viaturas ASCENDI - CP – [redacted] (OAV) | [redacted] | 07-01-2018 16:40 | 07-01-2018 17:01 |

### DANOS CONCESSIONÁRIA

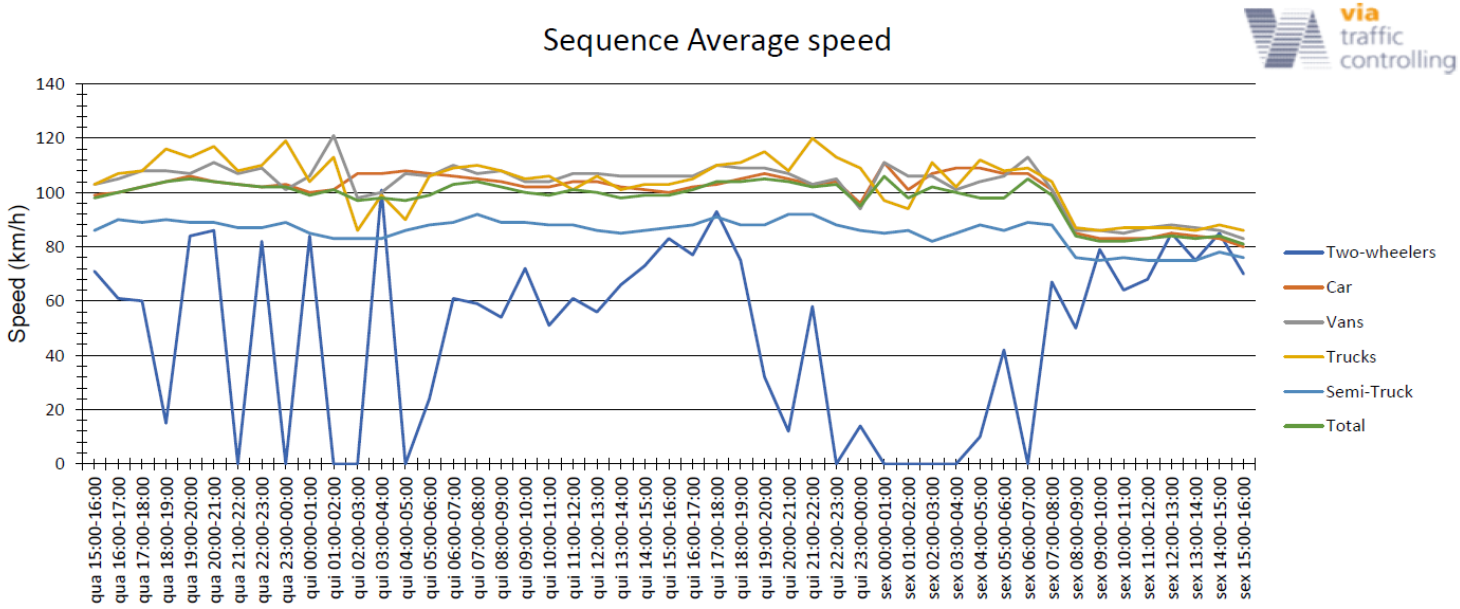
| Material | Quantidade | Unidade Medida | Observacoes |
|---|---|---|---|

Página 2 de 3


RELATÓRIO DE ACIDENTE
COSTA DE PRATA
ascendi
CROQUI
A25
PK 8+600
0
E
SEPARADOR CENTRAL
8+375
2
Página 3 de 3

## Anexo 3

Exemplo de Relatório de Leituras de Velocidade a partir dos Radares

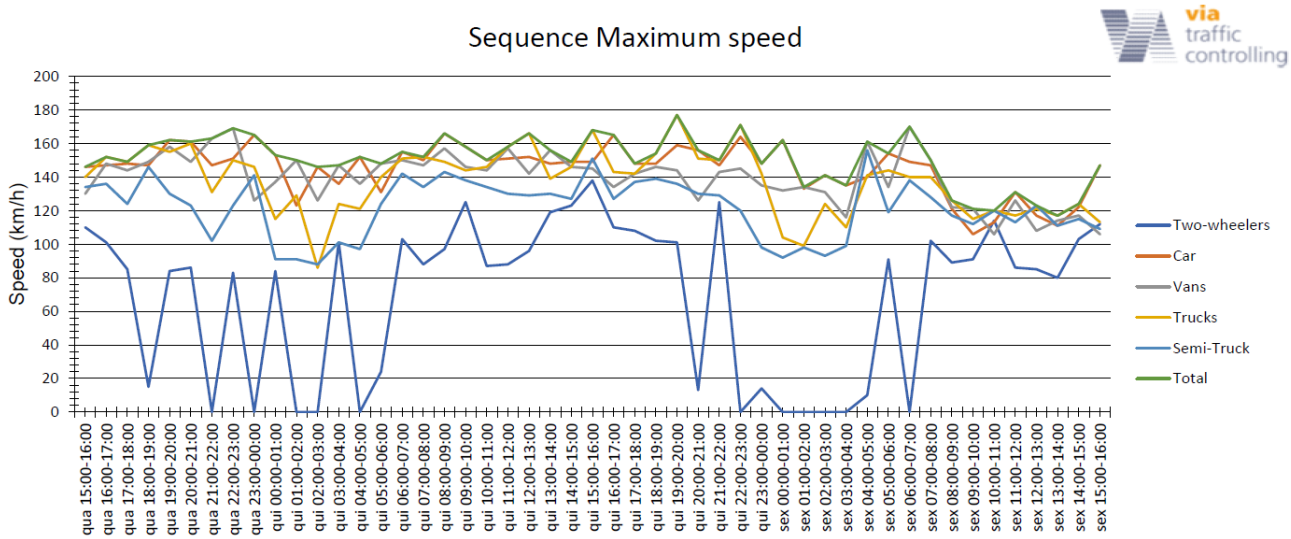



| | |
|---|---|
| **Evaluation time** | 25 de maio de 2022,15:00 - 27 de maio de 2022,16:00 |
| **Speed limit** | 120 km/h |
| **Speed violations** | 9,03 % |
| **Average gap time** | 5,73 s |
| **Queue traffic** | 54,83 % |
| **ADT** | 13895 |
| **AYT** | 5071675 |
| **LGV traffic share** | 34,75 % |
| **Evaluation direction** | Arriving |

| | Count | Vd[km/h] | Vmax[km/h] | V85 [km/h] |
|---|---|---|---|---|
| **Two-wheelers** | 185 | 65 | 138 | 97 |
| **Car** | 14272 | 100 | 166 | 115 |
| **Vans** | 4054 | 102 | 170 | 119 |
| **Trucks** | 4602 | 101 | 177 | 121 |
| **Semi-Truck** | 5256 | 85 | 156 | 94 |
| **Total** | 28369 | 97 | 177 | 115 |

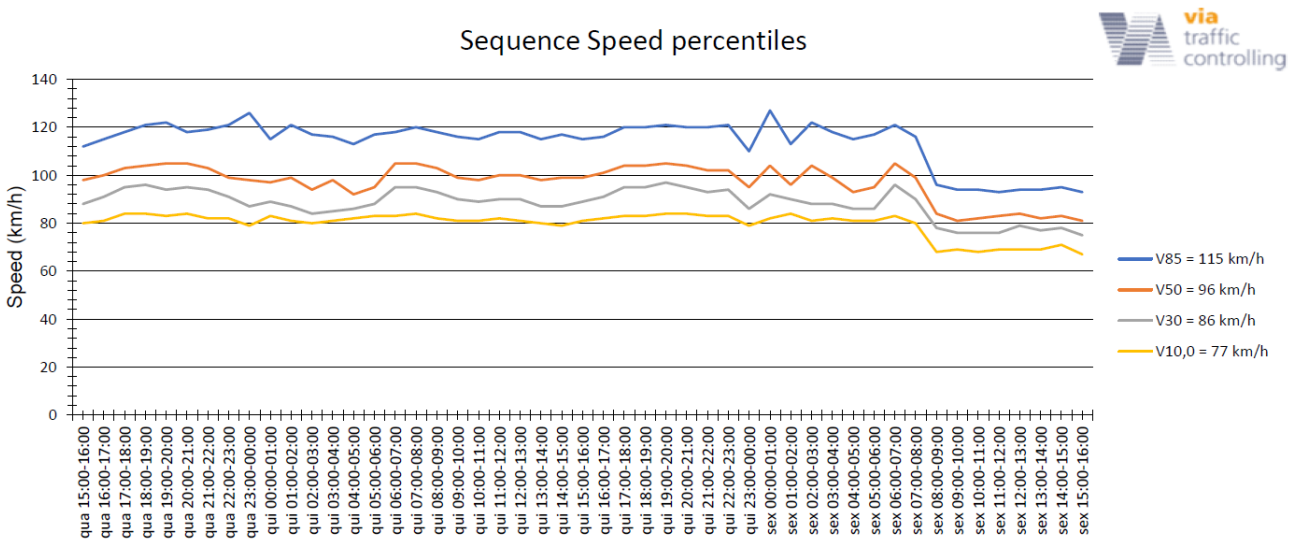
| | |
|---|---|
| **Author:** | Isadora Bruck Py Velloso |
| **Comment:** | Sentido Crescente |
| **Location:** | A25 - Pk 18+650 |
| **Arriving vehicles from:** | Estádio |
| **Departing vehicles to:** | Angeja Poente |

Page 1 - 1102



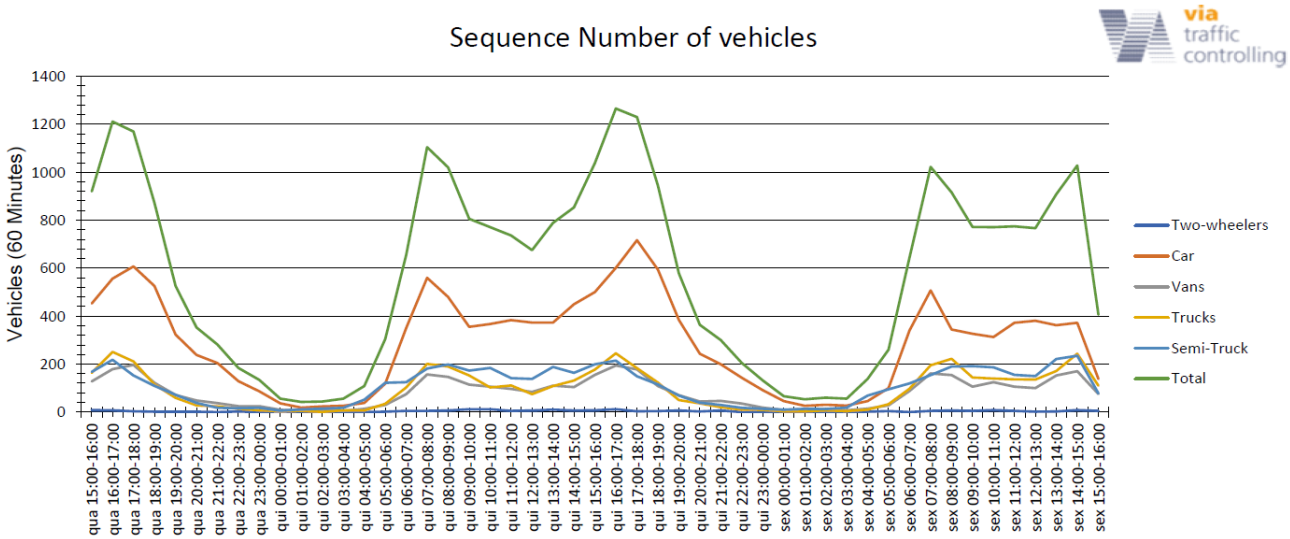

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Evaluation time** | 25 de maio de 2022,15:00 - 27 de maio de 2022,16:00 | | | | |
| **Speed limit** | 120 km/h | | **Count** | **Vd[km/h]** | **Vmax[km/h]** | **V85 [km/h]** |
| **Speed violations** | 9,03 % | **Two-wheelers** | 185 | 65 | 138 | 97 |
| **Average gap time** | 5,73 s | **Car** | 14272 | 100 | 166 | 115 |
| **Queue traffic** | 54,83 % | **Vans** | 4054 | 102 | 170 | 119 |
| **ADT** | 13895 | **Trucks** | 4602 | 101 | 177 | 121 |
| **AYT** | 5071675 | **Semi-Truck** | 5256 | 85 | 156 | 94 |
| **LGV traffic share** | 34,75 % | | | | | |
| **Evaluation direction** | Arriving | **Total** | 28369 | 97 | 177 | 115 |
| **Author:** | Isadora Bruck Py Velloso | | | | | |
| **Comment:** | Sentido Crescente | | | | | |
| **Location:** | A25 - Pk 18+650 | | | | | |
| **Arriving vehicles from:** | Estádio | | | | | |
| **Departing vehicles to:** | Angeja Poente | | | | | |

Page 2 - 1102




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Evaluation time** | 25 de maio de 2022,15:00 - 27 de maio de 2022,16:00 | | | | | |
| **Speed limit** | 120 km/h | | **Count** | **Vd[km/h]** | **Vmax[km/h]** | **V85 [km/h]** |
| **Speed violations** | 9,03 % | **Two-wheelers** | 185 | 65 | 138 | 97 |
| **Average gap time** | 5,73 s | **Car** | 14272 | 100 | 166 | 115 |
| **Queue traffic** | 54,83 % | **Vans** | 4054 | 102 | 170 | 119 |
| **ADT** | 13895 | **Trucks** | 4602 | 101 | 177 | 121 |
| **AYT** | 5071675 | **Semi-Truck** | 5256 | 85 | 156 | 94 |
| **LGV traffic share** | 34,75 % | | | | | |
| **Evaluation direction** | Arriving | **Total** | 28369 | 97 | 177 | 115 |
| **Author:** | Isadora Bruck Py Velloso | | | | | |
| **Comment:** | Sentido Crescente | | | | | |
| **Location:** | A25 - Pk 18+650 | | | | | |
| **Arriving vehicles from:** | Estádio | | | | | |
| **Departing vehicles to:** | Angeja Poente | | | | | |

Page 3 - 1102




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Evaluation time** | 25 de maio de 2022,15:00 - 27 de maio de 2022,16:00 | | | | | |
| **Speed limit** | 120 km/h | | | | | |
| **Speed violations** | 9,03 % | | | | | |
| **Average gap time** | 5,73 s | | | | | |
| **Queue traffic** | 54,83 % | | | | | |
| **ADT** | 13895 | | | | | |
| **AYT** | 5071675 | | | | | |
| **LGV traffic share** | 34,75 % | | | | | |
| **Evaluation direction** | Arriving | | | | | |

| | Count | Vd[km/h] | Vmax[km/h] | V85 [km/h] |
|---|---|---|---|---|
| **Two-wheelers** | 185 | 65 | 138 | 97 |
| **Car** | 14272 | 100 | 166 | 115 |
| **Vans** | 4054 | 102 | 170 | 119 |
| **Trucks** | 4602 | 101 | 177 | 121 |
| **Semi-Truck** | 5256 | 85 | 156 | 94 |
| **Total** | 28369 | 97 | 177 | 115 |

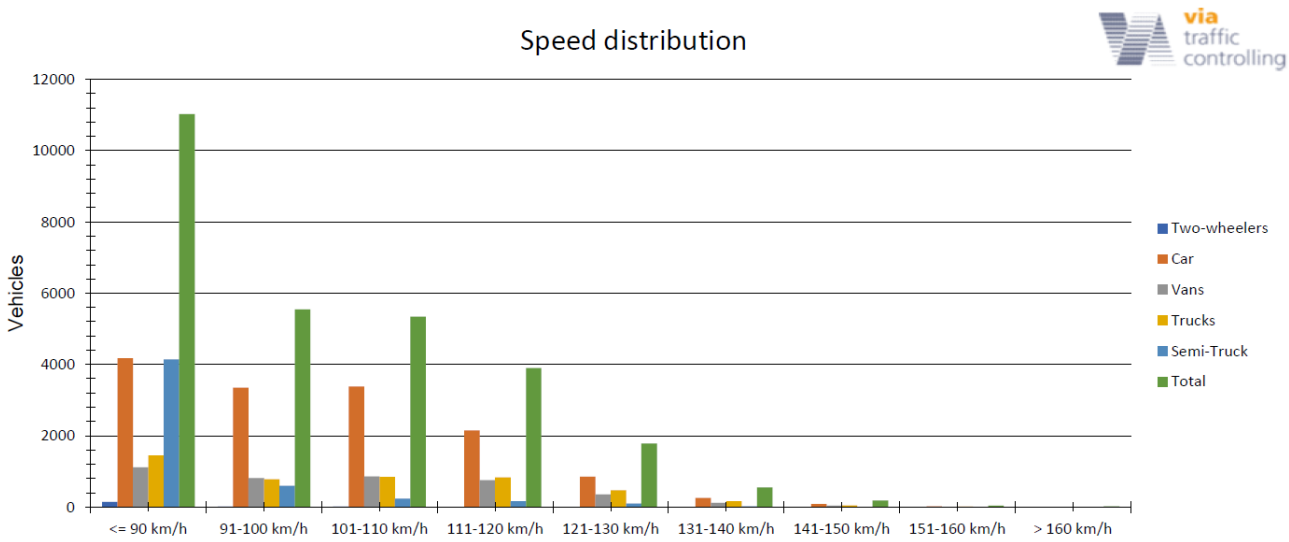
| | |
|---|---|
| **Author:** | Isadora Bruck Py Velloso |
| **Comment:** | Sentido Crescente |
| **Location:** | A25 - Pk 18+650 |
| **Arriving vehicles from:** | Estádio |
| **Departing vehicles to:** | Angeja Poente |

Page 4 - 1102

via traffic controlling

**Arriving**

| Time | Number of vehicles | | | | | | Average speed | | | | | | Maximum speed | | | | | | Percentiles | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25/05/2022 | Two-wheeler | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | Total | Two-wheeler | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | Total | Two-wheeler | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | Total | V85 | V10,0 |
| 00:00 - 09:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06:00 - 20:00 | 20 | 2465 | 697 | 799 | 719 | 4700 | 64 | 102 | 106 | 108 | 89 | 101 | 110 | 162 | 158 | 159 | 146 | 162 | 117 | 82 |
| 15:00 - 19:00 | 19 | 2142 | 626 | 740 | 647 | 4174 | 63 | 101 | 106 | 108 | 89 | 101 | 110 | 148 | 149 | 159 | 146 | 159 | 117 | 82 |
| 19:00 - 00:00 | 4 | 980 | 204 | 130 | 160 | 1478 | 84 | 104 | 107 | 113 | 88 | 104 | 86 | 165 | 169 | 160 | 141 | 169 | 121 | 83 |
| 00:00 - 00:00 | 23 | 3122 | 830 | 870 | 807 | 5652 | 66 | 102 | 107 | 109 | 89 | 102 | 110 | 165 | 169 | 160 | 146 | 169 | 118 | 82 |
| 26/05/2022 | Two-wheeler | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | Total | Two-wheeler | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | Total | Two-wheeler | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | Total | V85 | V10,0 |
| 00:00 - 09:00 | 20 | 1650 | 446 | 549 | 724 | 3389 | 61 | 105 | 108 | 109 | 89 | 102 | 103 | 166 | 157 | 152 | 143 | 166 | 119 | 83 |
| 06:00 - 20:00 | 99 | 6486 | 1696 | 1949 | 2235 | 12465 | 65 | 103 | 107 | 107 | 88 | 101 | 138 | 166 | 157 | 177 | 151 | 177 | 118 | 82 |
| 15:00 - 19:00 | 26 | 2412 | 635 | 728 | 677 | 4478 | 80 | 102 | 108 | 107 | 89 | 102 | 138 | 165 | 146 | 168 | 151 | 168 | 118 | 82 |
| 19:00 - 00:00 | 15 | 1060 | 213 | 125 | 166 | 1579 | 39 | 105 | 105 | 113 | 89 | 103 | 125 | 164 | 145 | 177 | 136 | 177 | 120 | 83 |
| 00:00 - 00:00 | 112 | 7422 | 1908 | 2080 | 2554 | 14076 | 63 | 103 | 107 | 107 | 88 | 101 | 138 | 166 | 157 | 177 | 151 | 177 | 118 | 82 |
| 27/05/2022 | Two-wheeler | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | Total | Two-wheeler | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | Total | Two-wheeler | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | Total | V85 | V10,0 |
| 00:00 - 09:00 | 16 | 1464 | 483 | 573 | 679 | 3215 | 51 | 100 | 99 | 99 | 84 | 96 | 102 | 162 | 170 | 144 | 156 | 170 | 115 | 76 |
| 06:00 - 20:00 | 45 | 3455 | 1236 | 1593 | 1679 | 8008 | 70 | 88 | 90 | 90 | 78 | 87 | 114 | 149 | 170 | 140 | 138 | 170 | 101 | 70 |
| 15:00 - 19:00 | 5 | 138 | 75 | 110 | 78 | 406 | 70 | 80 | 83 | 86 | 76 | 81 | 112 | 147 | 106 | 113 | 109 | 147 | 93 | 67 |
| 19:00 - 00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 00:00 - 00:00 | 50 | 3728 | 1316 | 1652 | 1895 | 8641 | 66 | 90 | 91 | 91 | 79 | 88 | 114 | 162 | 170 | 144 | 156 | 170 | 103 | 70 |




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Evaluation time** | 25 de maio de 2022,15:00 - 27 de maio de 2022,16:00 | | | | | |
| **Speed limit** | 120 km/h | | **Count** | **Vd[km/h]** | **Vmax[km/h]** | **V85 [km/h]** |
| **Speed violations** | 9,03 % | **Two-wheelers** | 185 | 65 | 138 | 97 |
| **Average gap time** | 5,73 s | **Car** | 14272 | 100 | 166 | 115 |
| **Queue traffic** | 54,83 % | **Vans** | 4054 | 102 | 170 | 119 |
| **ADT** | 13895 | **Trucks** | 4602 | 101 | 177 | 121 |
| **AYT** | 5071675 | **Semi-Truck** | 5256 | 85 | 156 | 94 |
| **LGV traffic share** | 34,75 % | | | | | |
| **Evaluation direction** | Arriving | **Total** | 28369 | 97 | 177 | 115 |
| **Author:** | Isadora Bruck Py Velloso | | | | | |
| **Comment:** | Sentido Crescente | | | | | |
| **Location:** | A25 - Pk 18+650 | | | | | |
| **Arriving vehicles from:** | Estádio | | | | | |
| **Departing vehicles to:** | Angeja Poente | | | | | |

Page 6 - 1102

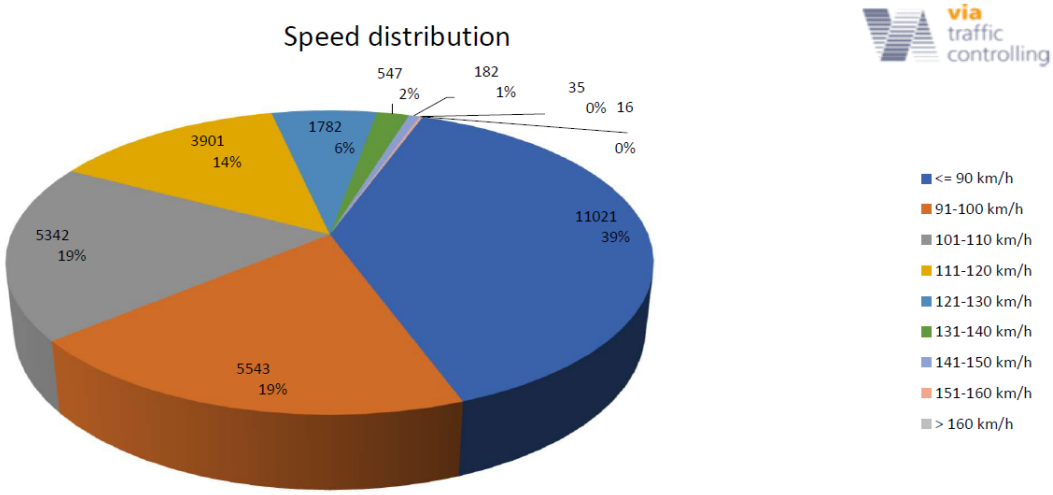
via traffic controlling

**Absolute (Number of vehicles)**

| | Two-wheelers | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <= 90 km/h | 145 | 4176 | 1114 | 1448 | 4138 | | **11021** |
| 91-100 km/h | 14 | 3349 | 809 | 778 | 593 | | **5543** |
| 101-110 km/h | 15 | 3381 | 860 | 848 | 238 | | **5342** |
| 111-120 km/h | 7 | 2149 | 752 | 830 | 163 | | **3901** |
| 121-130 km/h | 3 | 852 | 356 | 471 | 100 | | **1782** |
| 131-140 km/h | 1 | 253 | 113 | 164 | 16 | | **547** |
| 141-150 km/h | 0 | 89 | 40 | 47 | 6 | | **182** |
| 151-160 km/h | 0 | 16 | 5 | 12 | 2 | | **35** |
| > 160 km/h | 0 | 7 | 5 | 4 | 0 | | **16** |
| **Total** | **185** | **14272** | **4054** | **4602** | **5256** | | **28369** |

**Percentage (%)**

| | Two-wheelers | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <= 90 km/h | 78,38 | 29,26 | 27,48 | 31,46 | 78,73 | | **38,85** |
| 91-100 km/h | 7,57 | 23,47 | 19,96 | 16,91 | 11,28 | | **19,54** |
| 101-110 km/h | 8,11 | 23,69 | 21,21 | 18,43 | 4,53 | | **18,83** |
| 111-120 km/h | 3,78 | 15,06 | 18,55 | 18,04 | 3,10 | | **13,75** |
| 121-130 km/h | 1,62 | 5,97 | 8,78 | 10,23 | 1,90 | | **6,28** |
| 131-140 km/h | 0,54 | 1,77 | 2,79 | 3,56 | 0,30 | | **1,93** |
| 141-150 km/h | 0,00 | 0,62 | 0,99 | 1,02 | 0,11 | | **0,64** |
| 151-160 km/h | 0,00 | 0,11 | 0,12 | 0,26 | 0,04 | | **0,12** |
| > 160 km/h | 0,00 | 0,05 | 0,12 | 0,09 | 0,00 | | **0,06** |
| **Total** | **0,65** | **50,31** | **14,29** | **16,22** | **18,53** | | **100,00** |




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Evaluation time** | 25 de maio de 2022,15:00 - 27 de maio de 2022,16:00 | | | | | |
| **Speed limit** | 120 km/h | | **Count** | **Vd[km/h]** | **Vmax[km/h]** | **V85 [km/h]** |
| **Speed violations** | 9,03 % | **Two-wheelers** | 185 | 65 | 138 | 97 |
| **Average gap time** | 5,73 s | **Car** | 14272 | 100 | 166 | 115 |
| **Queue traffic** | 54,83 % | **Vans** | 4054 | 102 | 170 | 119 |
| **ADT** | 13895 | **Trucks** | 4602 | 101 | 177 | 121 |
| **AYT** | 5071675 | **Semi-Truck** | 5256 | 85 | 156 | 94 |
| **LGV traffic share** | 34,75 % | | | | | |
| **Evaluation direction** | Arriving | **Total** | 28369 | 97 | 177 | 115 |
| **Author:** | Isadora Bruck Py Velloso | | | | | |
| **Comment:** | Sentido Crescente | | | | | |
| **Location:** | A25 - Pk 18+650 | | | | | |
| **Arriving vehicles from:** | Estádio | | | | | |
| **Departing vehicles to:** | Angeja Poente | | | | | |

Page 8 - 1102

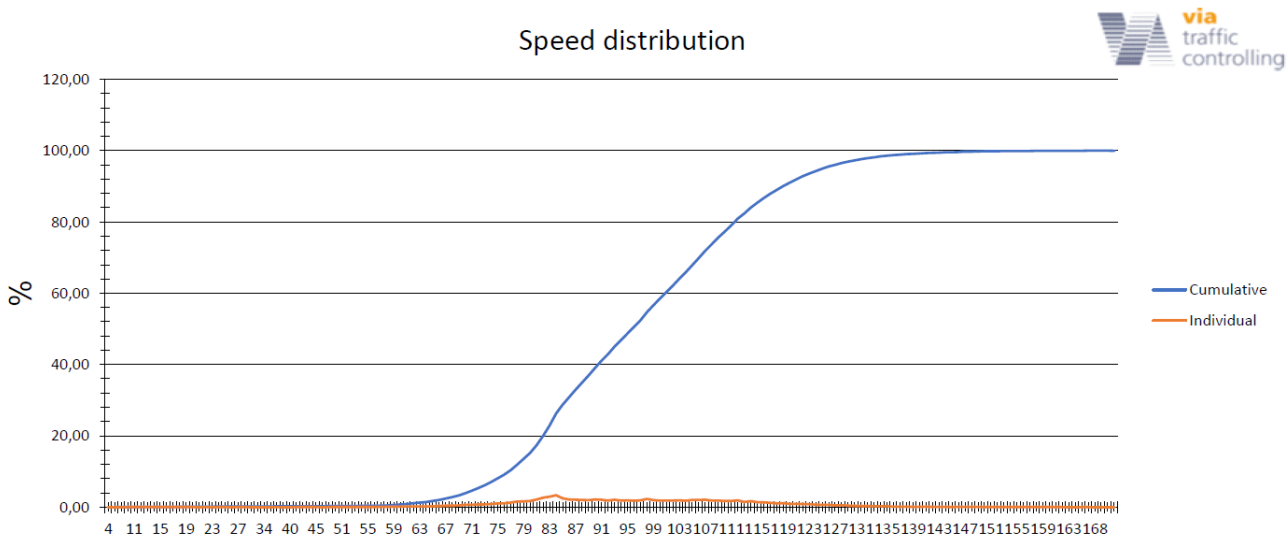
via traffic controlling

**Absolute (Number of vehicles)**

| | Two-wheelers | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <= 90 km/h | 145 | 4176 | 1114 | 1448 | 4138 | | **11021** |
| 91-100 km/h | 14 | 3349 | 809 | 778 | 593 | | **5543** |
| 101-110 km/h | 15 | 3381 | 860 | 848 | 238 | | **5342** |
| 111-120 km/h | 7 | 2149 | 752 | 830 | 163 | | **3901** |
| 121-130 km/h | 3 | 852 | 356 | 471 | 100 | | **1782** |
| 131-140 km/h | 1 | 253 | 113 | 164 | 16 | | **547** |
| 141-150 km/h | 0 | 89 | 40 | 47 | 6 | | **182** |
| 151-160 km/h | 0 | 16 | 5 | 12 | 2 | | **35** |
| > 160 km/h | 0 | 7 | 5 | 4 | 0 | | **16** |
| **Total** | **185** | **14272** | **4054** | **4602** | **5256** | | **28369** |

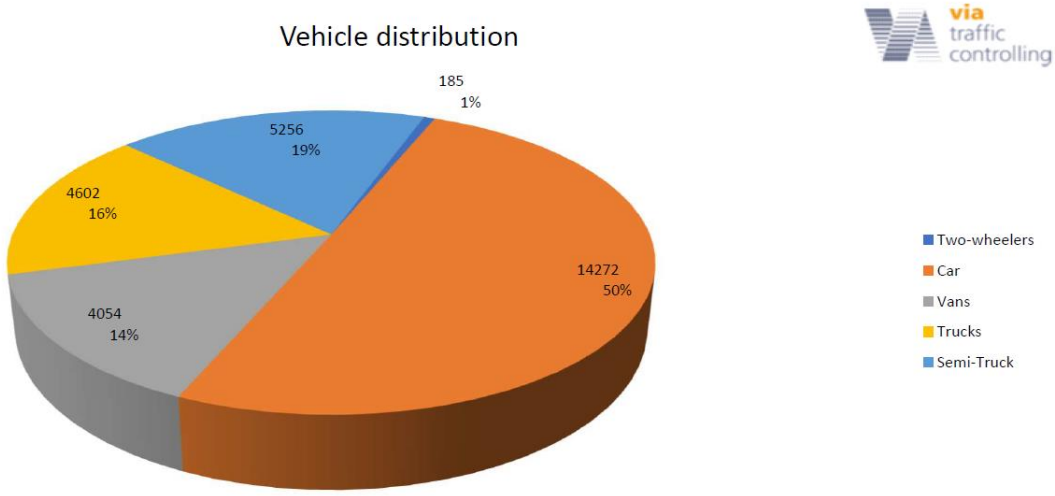
**Percentage (%)**

| | Two-wheelers | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <= 90 km/h | 78,38 | 29,26 | 27,48 | 31,46 | 78,73 | | **38,85** |
| 91-100 km/h | 7,57 | 23,47 | 19,96 | 16,91 | 11,28 | | **19,54** |
| 101-110 km/h | 8,11 | 23,69 | 21,21 | 18,43 | 4,53 | | **18,83** |
| 111-120 km/h | 3,78 | 15,06 | 18,55 | 18,04 | 3,10 | | **13,75** |
| 121-130 km/h | 1,62 | 5,97 | 8,78 | 10,23 | 1,90 | | **6,28** |
| 131-140 km/h | 0,54 | 1,77 | 2,79 | 3,56 | 0,30 | | **1,93** |
| 141-150 km/h | 0,00 | 0,62 | 0,99 | 1,02 | 0,11 | | **0,64** |
| 151-160 km/h | 0,00 | 0,11 | 0,12 | 0,26 | 0,04 | | **0,12** |
| > 160 km/h | 0,00 | 0,05 | 0,12 | 0,09 | 0,00 | | **0,06** |
| **Total** | **0,65** | **50,31** | **14,29** | **16,22** | **18,53** | | **100,00** |




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Evaluation time** | 25 de maio de 2022,15:00 - 27 de maio de 2022,16:00 | | | | | |
| **Speed limit** | 120 km/h | | **Count** | **Vd[km/h]** | **Vmax[km/h]** | **V85 [km/h]** |
| **Speed violations** | 9,03 % | **Two-wheelers** | 185 | 65 | 138 | 97 |
| **Average gap time** | 5,73 s | **Car** | 14272 | 100 | 166 | 115 |
| **Queue traffic** | 54,83 % | **Vans** | 4054 | 102 | 170 | 119 |
| **ADT** | 13895 | **Trucks** | 4602 | 101 | 177 | 121 |
| **AYT** | 5071675 | **Semi-Truck** | 5256 | 85 | 156 | 94 |
| **LGV traffic share** | 34,75 % | | | | | |
| **Evaluation direction** | Arriving | **Total** | 28369 | 97 | 177 | 115 |
| **Author:** | Isadora Bruck Py Velloso | | | | | |
| **Comment:** | Sentido Crescente | | | | | |
| **Location:** | A25 - Pk 18+650 | | | | | |
| **Arriving vehicles from:** | Estádio | | | | | |
| **Departing vehicles to:** | Angeja Poente | | | | | |

Page 10 - 1102




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Evaluation time** | 25 de maio de 2022,15:00 - 27 de maio de 2022,16:00 | | | | | |
| **Speed limit** | 120 km/h | | **Count** | **Vd[km/h]** | **Vmax[km/h]** | **V85 [km/h]** |
| **Speed violations** | 9,03 % | **Two-wheelers** | 185 | 65 | 138 | 97 |
| **Average gap time** | 5,73 s | **Car** | 14272 | 100 | 166 | 115 |
| **Queue traffic** | 54,83 % | **Vans** | 4054 | 102 | 170 | 119 |
| **ADT** | 13895 | **Trucks** | 4602 | 101 | 177 | 121 |
| **AYT** | 5071675 | **Semi-Truck** | 5256 | 85 | 156 | 94 |
| **LGV traffic share** | 34,75 % | | | | | |
| **Evaluation direction** | Arriving | **Total** | 28369 | 97 | 177 | 115 |
| **Author:** | Isadora Bruck Py Velloso | | | | | |
| **Comment:** | Sentido Crescente | | | | | |
| **Location:** | A25 - Pk 18+650 | | | | | |
| **Arriving vehicles from:** | Estádio | | | | | |
| **Departing vehicles to:** | Angeja Poente | | | | | |

Page 11 - 1102

via traffic controlling

**Absolute (Number of vehicles)**

| | Two-wheelers | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <= 90 km/h | 145 | 4176 | 1114 | 1448 | 4138 | | **11021** |
| 91-100 km/h | 14 | 3349 | 809 | 778 | 593 | | **5543** |
| 101-110 km/h | 15 | 3381 | 860 | 848 | 238 | | **5342** |
| 111-120 km/h | 7 | 2149 | 752 | 830 | 163 | | **3901** |
| 121-130 km/h | 3 | 852 | 356 | 471 | 100 | | **1782** |
| 131-140 km/h | 1 | 253 | 113 | 164 | 16 | | **547** |
| 141-150 km/h | 0 | 89 | 40 | 47 | 6 | | **182** |
| 151-160 km/h | 0 | 16 | 5 | 12 | 2 | | **35** |
| > 160 km/h | 0 | 7 | 5 | 4 | 0 | | **16** |
| **Total** | **185** | **14272** | **4054** | **4602** | **5256** | | **28369** |

**Percentage (%)**

| | Two-wheelers | Car | Vans | Trucks | Semi-Truck | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <= 90 km/h | 78,38 | 29,26 | 27,48 | 31,46 | 78,73 | | **38,85** |
| 91-100 km/h | 7,57 | 23,47 | 19,96 | 16,91 | 11,28 | | **19,54** |
| 101-110 km/h | 8,11 | 23,69 | 21,21 | 18,43 | 4,53 | | **18,83** |
| 111-120 km/h | 3,78 | 15,06 | 18,55 | 18,04 | 3,10 | | **13,75** |
| 121-130 km/h | 1,62 | 5,97 | 8,78 | 10,23 | 1,90 | | **6,28** |
| 131-140 km/h | 0,54 | 1,77 | 2,79 | 3,56 | 0,30 | | **1,93** |
| 141-150 km/h | 0,00 | 0,62 | 0,99 | 1,02 | 0,11 | | **0,64** |
| 151-160 km/h | 0,00 | 0,11 | 0,12 | 0,26 | 0,04 | | **0,12** |
| > 160 km/h | 0,00 | 0,05 | 0,12 | 0,09 | 0,00 | | **0,06** |
| **Total** | **0,65** | **50,31** | **14,29** | **16,22** | **18,53** | | **100,00** |

| Date | Speed | Evaluation direction | Gap time | Length (Radar) | Length (cm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 25/05/2022 15:05:25 | 89 | Arriving | 0 | 321 | 321 |
| 25/05/2022 15:05:41 | 109 | Arriving | 15,78 | 424 | 424 |
| 25/05/2022 15:05:48 | 109 | Arriving | 7,11 | 479 | 479 |
| 25/05/2022 15:05:54 | 112 | Arriving | 5,26 | 609 | 609 |
| 25/05/2022 15:05:55 | 101 | Arriving | 1,16 | 332 | 332 |
| 25/05/2022 15:05:57 | 116 | Arriving | 1,84 | 626 | 626 |
| 25/05/2022 15:05:58 | 99 | Arriving | 0,66 | 393 | 393 |
| 25/05/2022 15:06:01 | 109 | Arriving | 2,39 | 541 | 541 |
| 25/05/2022 15:06:03 | 81 | Arriving | 1,39 | 530 | 530 |
| 25/05/2022 15:06:06 | 118 | Arriving | 3,17 | 413 | 413 |
| 25/05/2022 15:06:11 | 80 | Arriving | 4,48 | 602 | 602 |
| 25/05/2022 15:06:16 | 86 | Arriving | 5,1 | 464 | 464 |
| 25/05/2022 15:06:17 | 101 | Arriving | 0,91 | 403 | 403 |
| 25/05/2022 15:06:19 | 103 | Arriving | 1,6 | 437 | 437 |
| 25/05/2022 15:06:24 | 93 | Arriving | 4,17 | 590 | 590 |
| 25/05/2022 15:06:41 | 91 | Arriving | 17,73 | 441 | 441 |
| 25/05/2022 15:06:42 | 86 | Arriving | 0,54 | 428 | 428 |
| 25/05/2022 15:06:44 | 83 | Arriving | 1,25 | 298 | 298 |
| 25/05/2022 15:06:45 | 89 | Arriving | 1,11 | 414 | 414 |
| 25/05/2022 15:06:46 | 111 | Arriving | 0,87 | 529 | 529 |
| 25/05/2022 15:06:47 | 84 | Arriving | 0,29 | 1212 | 1212 |
| 25/05/2022 15:06:52 | 4 | Arriving | 3,62 | 71 | 71 |
| 25/05/2022 15:06:53 | 80 | Arriving | 0,57 | 969 | 969 |
| 25/05/2022 15:07:02 | 111 | Arriving | 8,53 | 608 | 608 |
| 25/05/2022 15:07:03 | 61 | Arriving | 0,38 | 448 | 449 |
| 25/05/2022 15:07:08 | 88 | Arriving | 5,71 | 484 | 484 |
| 25/05/2022 15:07:12 | 104 | Arriving | 3,18 | 450 | 450 |
| 25/05/2022 15:07:20 | 108 | Arriving | 8,08 | 622 | 622 |
| 25/05/2022 15:07:21 | 91 | Arriving | 0,26 | 882 | 882 |
| 25/05/2022 15:07:34 | 101 | Arriving | 13,53 | 370 | 370 |
| 25/05/2022 15:07:35 | 108 | Arriving | 0,46 | 387 | 387 |
| 25/05/2022 15:07:36 | 132 | Arriving | 1,18 | 322 | 322 |
| 25/05/2022 15:07:40 | 97 | Arriving | 3,36 | 421 | 421 |
| 25/05/2022 15:07:42 | 87 | Arriving | 1,57 | 471 | 471 |
| 25/05/2022 15:07:44 | 109 | Arriving | 1,49 | 402 | 402 |
| 25/05/2022 15:07:44 | 126 | Arriving | 0,42 | 673 | 673 |
| 25/05/2022 15:07:50 | 105 | Arriving | 5,78 | 457 | 457 |
| 25/05/2022 15:07:53 | 104 | Arriving | 2,03 | 443 | 443 |
| 25/05/2022 15:07:55 | 114 | Arriving | 2,13 | 431 | 431 |
| 25/05/2022 15:08:01 | 97 | Arriving | 5,92 | 412 | 412 |
| 25/05/2022 15:08:05 | 87 | Arriving | 3,79 | 679 | 679 |
| 25/05/2022 15:08:06 | 96 | Arriving | 0,53 | 439 | 439 |
| 25/05/2022 15:08:15 | 85 | Arriving | 8,9 | 911 | 911 |
| 25/05/2022 15:08:17 | 104 | Arriving | 1,5 | 389 | 389 |
| 25/05/2022 15:08:18 | 106 | Arriving | 0,52 | 394 | 394 |
| 25/05/2022 15:08:19 | 113 | Arriving | 0,56 | 676 | 676 |

Page 13 - 1102

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 25/05/2022 15:08:22 | 84 | Arriving | 2,12 | 1159 | 1159 |
| 25/05/2022 15:08:23 | 102 | Arriving | 0,37 | 686 | 686 |
| 25/05/2022 15:08:23 | 102 | Arriving | 0,47 | 567 | 567 |
| 25/05/2022 15:08:28 | 80 | Arriving | 3,9 | 1169 | 1169 |
| 25/05/2022 15:08:29 | 83 | Arriving | 1,15 | 404 | 404 |
| 25/05/2022 15:08:32 | 103 | Arriving | 2,27 | 610 | 610 |
| 25/05/2022 15:08:34 | 87 | Arriving | 1,61 | 376 | 376 |
| 25/05/2022 15:08:41 | 85 | Arriving | 6,37 | 1498 | 1498 |
| 25/05/2022 15:08:50 | 112 | Arriving | 8,13 | 365 | 365 |
| 25/05/2022 15:08:53 | 111 | Arriving | 3,28 | 427 | 427 |
| 25/05/2022 15:08:55 | 109 | Arriving | 2,03 | 418 | 418 |
| 25/05/2022 15:09:10 | 87 | Arriving | 14,89 | 433 | 433 |
| 25/05/2022 15:09:11 | 86 | Arriving | 0,73 | 565 | 565 |
| 25/05/2022 15:09:15 | 94 | Arriving | 3,09 | 409 | 409 |
| 25/05/2022 15:09:17 | 115 | Arriving | 2,6 | 398 | 398 |
| 25/05/2022 15:09:19 | 131 | Arriving | 1,52 | 365 | 365 |
| 25/05/2022 15:09:24 | 80 | Arriving | 4,82 | 436 | 437 |
| 25/05/2022 15:09:27 | 114 | Arriving | 1,68 | 1311 | 1311 |
| 25/05/2022 15:09:28 | 93 | Arriving | 0,8 | 454 | 454 |
| 25/05/2022 15:09:30 | 96 | Arriving | 2,26 | 419 | 420 |
| 25/05/2022 15:09:32 | 100 | Arriving | 1,42 | 388 | 388 |
| 25/05/2022 15:09:46 | 95 | Arriving | 12,97 | 1955 | 1955 |
| 25/05/2022 15:09:49 | 97 | Arriving | 2,59 | 435 | 435 |
| 25/05/2022 15:09:56 | 115 | Arriving | 7,53 | 464 | 464 |
| 25/05/2022 15:09:58 | 84 | Arriving | 0,75 | 1232 | 1232 |
| 25/05/2022 15:10:01 | 89 | Arriving | 2,39 | 614 | 614 |
| 25/05/2022 15:10:02 | 105 | Arriving | 0,49 | 575 | 575 |
| 25/05/2022 15:10:02 | 103 | Arriving | 0,61 | 671 | 671 |
| 25/05/2022 15:10:08 | 108 | Arriving | 4,77 | 711 | 711 |
| 25/05/2022 15:10:08 | 74 | Arriving | 0,49 | 427 | 427 |
| 25/05/2022 15:10:18 | 75 | Arriving | 7,03 | 2764 | 2764 |
| 25/05/2022 15:10:20 | 107 | Arriving | 2,57 | 687 | 687 |
| 25/05/2022 15:10:22 | 95 | Arriving | 1 | 527 | 527 |
| 25/05/2022 15:10:24 | 88 | Arriving | 0,4 | 1925 | 1925 |
| 25/05/2022 15:10:25 | 79 | Arriving | 0,99 | 404 | 404 |
| 25/05/2022 15:10:27 | 82 | Arriving | 1,8 | 410 | 410 |
| 25/05/2022 15:10:29 | 92 | Arriving | 1,85 | 425 | 425 |
| 25/05/2022 15:10:30 | 99 | Arriving | 0,27 | 456 | 456 |
| 25/05/2022 15:10:32 | 96 | Arriving | 1,96 | 460 | 460 |
| 25/05/2022 15:10:34 | 146 | Arriving | 1,72 | 399 | 399 |
| 25/05/2022 15:10:37 | 97 | Arriving | 3,02 | 436 | 437 |
| 25/05/2022 15:10:41 | 117 | Arriving | 3,68 | 582 | 582 |
| 25/05/2022 15:10:43 | 98 | Arriving | 1,9 | 456 | 456 |
| 25/05/2022 15:10:49 | 117 | Arriving | 5,85 | 414 | 414 |
| 25/05/2022 15:10:49 | 90 | Arriving | 0,18 | 432 | 432 |
| 25/05/2022 15:10:52 | 100 | Arriving | 1,55 | 1370 | 1370 |
| 25/05/2022 15:10:55 | 97 | Arriving | 3,51 | 449 | 449 |
| 25/05/2022 15:11:00 | 85 | Arriving | 3,96 | 823 | 823 |
| 25/05/2022 15:11:03 | 90 | Arriving | 2,14 | 1383 | 1383 |
| 25/05/2022 15:11:04 | 77 | Arriving | 0,71 | 785 | 785 |
| 25/05/2022 15:11:07 | 81 | Arriving | 2 | 1167 | 1167 |
| 25/05/2022 15:11:11 | 95 | Arriving | 3,33 | 403 | 403 |
| 25/05/2022 15:11:16 | 102 | Arriving | 4,74 | 634 | 634 |

Page 14 - 1102

# **Anexo 4**
Dados de Referência

## RAIOS DAS CURVAS EM PLANTA

| Sublanço | Pk inicial (m) | Pk final (m) | V Lim atual (km/h) | VB atual (km/h) | R atual (m) | L atual (m) | i atual (%) | Se atual (%*100) | ft tabelado | Rmin absoluto (m) | Rmin normal (m) | Lmin (m) | Rmin calculado (m) | Vmax calculada (km/h) | V85 curva (km/h) | V [R atual] (km/h) | V [L atual] (km/h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Início da Concessão Porto de Aveiro | 427,21 | 519,52 | 80 | 60 | 300 | 92,31 | -1,91 | 0,06 | 0,144 | 130 | 250 | 180 | 138,953 | 88,545 | 97,139 | 100 | 40 |
| Esgueira Aveiro Nascente | 11 975,27 | 12 143,27 | 120 | 100 | 550 | 168 | 3,5 | 0,06 | 0,114 | 420 | 700 | 300 | 452,530 | 110,624 | 102,854 | 120 | 60 |
| Esgueira Aveiro Nascente | 12 566,23 | 12 800,13 | 120 | 100 | 600 | 233,907 | 1,2 | 0,055 | 0,114 | 420 | 700 | 300 | 465,918 | 113,838 | 103,542 | 125 | 90 |
| Aveiro Nascente Estádio | 13 983,28 | 14 206,48 | 60 | 50 | 350 | 223,207 | -2,2 | 0,06 | 0,154 | 85 | 180 | 150 | 91,986 | 97,985 | 98,760 | 110 | 90 |
| Angeja Albergaria | 23 290,44 | 23 456,42 | 120 | 100 | 500 | 165,978 | -1,43 | 0,04 | 0,114 | 420 | 700 | 300 | 511,300 | 99,115 | 102,066 | 120 | 60 |

| Parâmetros Raio Mínimo em Planta | | | |
|---|---|---|---|
| Velocidade Base [VB] (km/h) | Velocidade Tráfego [VT] (km/h) | Raio Mínimo Absoluto [RA] (m) | Raio Mínimo Normal [RN] (m) |
| 40 | 50 | 55 | 110 |
| 50 | 60 | 85 | 180 |
| 60 | 80 | 130 | 250 |
| 70 | 90 | 180 | 350 |
| 80 | 100 | 240 | 450 |
| 90 | 110 | 320 | 550 |
| 100 | 120 | 420 | 700 |
| 110 | 125 | 560 | 850 |
| 120 | 130 | 700 | 1000 |
| 130 | 135 | 900 | 1200 |
| 140 | 140 | 1200 | 1400 |

$$R_{min} = \frac{VB^2}{127 * (Se + ft)}$$

$$V_{max} = \sqrt{\frac{127 * R * (ft + Se)}{1 - ft * Se}}$$

$$V_{85} = 119 - \frac{378,65}{\sqrt{R}}$$

## RAIOS DAS CURVAS EM PERFIL

| Sublanço | Pk inicial (m) | Pk final (m) | V limite atual (km/h) | VB atual (km/h) | R atual (m) | L atual (m) | i inicial (%) | i final (%) | Se atual (%*100) | fl tabelado | Perfil | DP (m) | Rmin absoluto (m) | Rmin normal (m) | Rv (m) | L minimo absoluto (m) | L minimo normal (m) | V raio tabela (km/h) | i maximo desejável (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Início da Concessão Porto de Aveiro | 878,55 | 1 354,92 | 80 | 60 | 11900 | 476,370 | 1,91 | -2,09 | 0,025 | 0,32 | convexa | 100,6334 | 2000 | 3000 | 2531,77 | 60 | 120 | 120 | 4,5 |
| Porto de Aveiro Gafanha de Encarnação | 1 838,26 | 1 929,48 | 80 | 60 | 10000 | 91,220 | -0,09 | -1,00 | 0,025 | 0,32 | convexa | 50,23972 | 2000 | 3000 | 631,01 | 60 | 120 | 120 | 4,5 |
| Gafanha de Encarnação Gafanha de Nazaré | 5 201,14 | 5 398,87 | 120 | 100 | 9000 | 197,730 | 0,632 | -1,57 | 0,025 | 0,31 | convexa | 120,0714 | 9000 | 12500 | 3604,28 | 100 | 120 | 120 | 4,5 |
| Gafanha de Nazaré Pirâmides | 8 034,12 | 8 145,27 | 120 | 100 | 3003,9 | 111,142 | 0,3 | 4,00 | 0,02 | 0,31 | côncava | 101,2493 | 5500 | - | 2032,51 | 100 | 120 | 90 | 6,5 |
| Pirâmides Esgueira | 8 146,22 | 8 546,73 | 120 | 100 | 5006,5 | 400,512 | 4 | -4,00 | 0,02 | 0,31 | convexa | 311,0131 | 9000 | 12500 | 24182,29 | 100 | 120 | 100 | 6,5 |
| Pirâmides Esgueira | 8 561,52 | 8 690,69 | 120 | 100 | 3003,9 | 129,166 | -4 | 0,30 | 2 | 0,31 | côncava | 142,5302 | 5500 | - | 3130,87 | 100 | 120 | 90 | 6,5 |
| Pirâmides Esgueira | 9 713,50 | 9 916,50 | 120 | 100 | 10000 | 203,000 | 1,16 | -0,87 | 0,02 | 0,31 | convexa | 150,0052 | 9000 | 12500 | 5625,39 | 100 | 120 | 120 | 5,5 |
| Esgueira Aveiro Nascente | 13 710,00 | 14 016,00 | 80 | 60 | 9000 | 306,000 | 1,2 | 2,20 | 0,0525 | 0,32 | convexa | 82,74366 | 2000 | 3000 | 1711,63 | 60 | 120 | 120 | 5 |
| Estádio Angeja Poente | 15 195,00 | 15 609,00 | 120 | 100 | 6000 | 414,000 | -3 | 1,3 | 0,02 | 0,31 | côncava | 85,83727 | 5500 | - | 1635,78 | 100 | 120 | 125 | 5 |
| Estádio Angeja Poente | 20 697,12 | 20 937,11 | 120 | 100 | 6000 | 239,982 | 0,5 | 4,50 | 0,05 | 0,31 | côncava | 112,5879 | 5500 | - | 2329,91 | 100 | 120 | 125 | 5 |

**Parâmetros Concordâncias Convexas**

| Raio Mínimo Absoluto [RA] (m) | Velocidade Base [VB] (km/h) | Velocidade do Tráfego [VT] (km/h) | Raio Mínimo Normal [RN] (m) | Desenvolvimento Mínimo Absoluto [LA] (m) | Desenvolvimento Mínimo Normal [LN] (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1500 | 40 | 50 | 1500 | 40 | 60 |
| 1500 | 50 | 60 | 2100 | 50 | 60 |
| 2000 | 60 | 80 | 3000 | 60 | 120 |
| 3000 | 70 | 90 | 4200 | 70 | 120 |
| 5000 | 80 | 100 | 6000 | 80 | 120 |
| 7500 | 90 | 110 | 8500 | 90 | 120 |
| 9000 | 100 | 120 | 12500 | 100 | 120 |
| 12000 | 110 | 125 | 13000 | 110 | 120 |
| 14000 | 120 | 130 | 16000 | 120 | 120 |
| 20000 | 140 | 140 | 20000 | 140 | 140 |

**Parâmetros Concordâncias Côncavas**

| Raio Mínimo Absoluto [RA] (m) | Velocidade do Tráfego [VT] (km/h) | Velocidade Base [VB] (km/h) | Desenvolvimento Mínimo Absoluto [LA] (m) | Desenvolvimento Mínimo Normal [LN] (m) |
|---|---|---|---|---|
| 800 | 50 | 40 | 40 | 60 |
| 1200 | 60 | 50 | 50 | 60 |
| 1600 | 80 | 60 | 60 | 120 |
| 2500 | 90 | 70 | 70 | 120 |
| 3500 | 100 | 80 | 80 | 120 |
| 4500 | 110 | 90 | 90 | 120 |
| 5500 | 120 | 100 | 100 | 120 |
| 6000 | 125 | 110 | 110 | 120 |
| 7000 | 130 | 120 | 120 | 120 |
| 8000 | 135 | 130 | 140 | 140 |
| 8000 | 140 | 140 | 140 | 140 |

$$DP = \frac{VT}{1{,}8} + \frac{VT^2}{254 * (fl \pm i)} \qquad R_V = 0{,}25 * DP^2$$

## ZONAS DE TRANSIÇÃO NO SENTIDO CRESCENTE

| Nó | Pk (m) | V Lim atual (km/h) | VB atual (km/h) | V Lim(ac) anterior (km/h) | VB Lim(ac) anterior (km/h) | Pk inicial aceleração (m) | L atual (T) aceleração (m) | L atual (B) aceleração (m) | Lmin (T) aceleração (m) | Lmin (T) (ac) anterior (m) | Lmin (B) aceleração (m) | V Lim(ac) tabelado (km/h) | V Lim(des) anterior (km/h) | Pk inicial desaceleração (m) | L atual (T) desaceleração (m) | L atual (B) desaceleração (m) | Lmin (B) desaceleração (m) | Lmin (B) (des) anterior (m) | V Lim(des) tabela (km/h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Porto de Aveiro | 1676 | 80 | 60 | 50 | 40 | 1625 | 30 | 30 | 140 | 120 | 50 | 60 | 80 | 1500 | 30 | 30 | 80 | 80 | ≤ 110 |
| Gafanha de Encarnação | 2419 | 120 | 100 | 60 | 50 | 2475 | 80 | 75 | 240 | 120 | 75 | 60 | 80 | 2125 | 80 | 60 | 110 | 80 | ≤ 110 |
| Área de Serviço | 3900 | 120 | 100 | 60 | 50 | 4075 | 260 | 230 | 240 | 120 | 75 | 120 | 100 | 3650 | 130 | 110 | 110 | 110 | ≥ 120 |
| Gafanha de Nazaré | 5372 | 120 | 100 | 60 | 50 | 5350 | 120 | 90 | 240 | 120 | 75 | 70 | 80 | 5200 | 40 | 30 | 110 | 80 | ≤ 110 |
| Gafanha de Nazaré | 5372 | 120 | 100 | 60 | 50 | 5475 | 60 | 50 | 240 | 120 | 75 | 60 | | | | | | | |
| Pirâmides | 8267 | 120 | 100 | 60 | 50 | 8075 | 80 | 75 | 240 | 120 | 75 | 60 | 100 | 7725 | 110 | 80 | 110 | 110 | ≤ 110 |
| Saída | 10050 | 120 | 100 | 60 | 50 | 10100 | 120 | 90 | 240 | 120 | 75 | 70 | 120 | 9800 | 140 | 120 | 110 | 110 | ≥ 120 |
| Esgueira | 11843 | 120 | 100 | 80 | 60 | 11775 | 60 | 40 | 240 | 140 | 75 | 60 | 100 | 11500 | 110 | 90 | 110 | 110 | ≥ 120 |
| Esgueira | 11843 | 120 | 100 | 60 | 50 | 12100 | 120 | 100 | 240 | 120 | 75 | 70 | 80 | 11850 | 60 | 40 | 110 | 80 | ≤ 110 |
| Aveiro Nascente | 14046 | 60 | 50 | 60 | 50 | 14650 | 210 | 140 | 120 | 120 | 50 | 110 | 80 | 13525 | 250 | 260 | 80 | 80 | ≥ 120 |
| Aveiro Nascente | 14046 | 60 | 50 | | | | | | | | | | 60 | 1425 | 200 | 180 | 80 | 80 | ≥ 120 |
| Estádio | 14691 | 60 | 50 | 60 | 50 | 14850 | 200 | 180 | 120 | 120 | 50 | 100 | | | | | | | |
| Área de Serviço | 16350 | 120 | 100 | 60 | 50 | 16575 | 290 | 270 | 240 | 120 | 75 | 120 | 120 | 15900 | 250 | 250 | 110 | 110 | ≥ 120 |
| Angeja Poente | 20994 | 120 | 100 | 80 | 60 | 20925 | 60 | 50 | 240 | 140 | 75 | 60 | 100 | 20525 | 160 | 140 | 110 | 110 | ≥ 120 |
| Angeja Poente | 20994 | 120 | 100 | 60 | 50 | 21350 | 250 | 230 | 240 | 120 | 75 | 120 | 60 | 21000 | 60 | 50 | 110 | 80 | ≤ 110 |
| Angeja | 22064 | 120 | 100 | 60 | 50 | 22550 | 260 | 220 | 240 | 120 | 75 | 120 | 80 | 21875 | 220 | 200 | 110 | 80 | ≥ 120 |
| Albergaria | 24142 | 120 | 100 | 60 | 50 | 24075 | 450 | 400 | 240 | 120 | 75 | 120 | 100 | 23675 | 140 | 120 | 110 | 110 | ≥ 120 |

| Parâmetros Desaceleração | | |
|---|---|---|
| Velocidade Base (VB) | Extensão Bisel (EB) | Raio da curva (R) |
| < 90 | 80 | > 15 |
| 100 | 110 | > 25 |
| 120 | 140 | 40 |

| Parâmetros Aceleração | | |
|---|---|---|
| Velocidade Base (VB) | Extensão Total (AT) | Extensão Bisel (EB) |
| 60 | 140 | 50 |
| 80 | 180 | 50 |
| 90 | 210 | 75 |
| 100 | 240 | 75 |
| > 110 | 270 | 75 |

| Velocidade Mínima | 60 |
|---|---|

## ZONAS DE TRANSIÇÃO NO SENTIDO DECRESCENTE

| Nó | Pk (m) | V Lim atual (km/h) | VB atual (km/h) | V Lim(ac) anterior (km/h) | VB Lim(ac) anterior (km/h) | Pk inicial aceleração (m) | L atual (T) aceleração (m) | L atual (B) aceleração (m) | Lmin (T) aceleração (m) | Lmin (T) (ac) anterior (m) | Lmin (B) aceleração (m) | V Lim(ac) tabelado (km/h) | V Lim(des) anterior (km/h) | Pk inicial desaceleração (m) | L atual (T) desaceleração (m) | L atual (B) desaceleração (m) | Lmin (B) desaceleração (m) | Lmin (B) (des) anterior (m) | V Lim(des) tabela (km/h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Porto de Aveiro | 1676 | 100 | 80 | 80 | 60 | 1575 | 50 | 50 | 180 | 140 | 50 | 60 | 60 | 1775 | 30 | 30 | 80 | 80 | ≤ 110 |
| Gafanha de Encarnação | 2419 | 120 | 100 | 60 | 50 | 2575 | 130 | 90 | 240 | 120 | 75 | 70 | 100 | 2850 | 150 | 120 | 110 | 80 | ≥ 120 |
| Área de Serviço | 3900 | 120 | 100 | 60 | 50 | 3750 | 260 | 240 | 240 | 120 | 75 | 120 | 100 | 4175 | 190 | 160 | 110 | 80 | ≥ 120 |
| Gafanha de Nazaré | 5372 | 120 | 100 | 60 | 50 | 5225 | 240 | 220 | 240 | 120 | 75 | 120 | 100 | 5450 | 140 | 120 | 110 | 80 | ≥ 120 |
| Pirâmides | 8267 | 120 | 100 | 60 | 50 | 7850 | 190 | 150 | 240 | 120 | 75 | 100 | 80 | 8150 | 80 | 80 | 110 | 80 | ≤ 110 |
| Esgueira | 11843 | 120 | 100 | 60 | 50 | 11600 | 100 | 90 | 240 | 120 | 75 | 60 | 80 | 11850 | 60 | 50 | 110 | 80 | ≤ 110 |
| Esgueira | 11843 | 120 | 100 | 80 | 60 | 11900 | 60 | 50 | 240 | 140 | 75 | 60 | 100 | 12225 | 120 | 90 | 110 | 80 | ≥ 120 |
| Aveiro Nascente | 14046 | 60 | 50 | 80 | 60 | 13775 | 280 | 260 | 120 | 140 | 50 | >110 | 80 | 14200 | 200 | 180 | 80 | 80 | ≥ 120 |
| Estádio | 14691 | 60 | 50 | 60 | 50 | 14775 | 200 | 180 | 120 | 120 | 50 | 100 | 100 | 15225 | 260 | 170 | 80 | 80 | ≥ 120 |
| Área de Serviço | 16350 | 120 | 100 | 60 | 50 | 16125 | 260 | 210 | 240 | 120 | 75 | 120 | 120 | 16850 | 230 | 210 | 110 | 80 | ≥ 120 |
| Angeja Poente | 20994 | 100 | 80 | 60 | 50 | 20700 | 130 | 110 | 180 | 120 | 50 | 70 | 80 | 21150 | 400 | 380 | 80 | 80 | ≥ 120 |
| Angeja | 22064 | 100 | 80 | 60 | 50 | 21675 | 220 | 150 | 180 | 120 | 50 | 110 | 100 | 22600 | 240 | 170 | 80 | 80 | ≥ 120 |
| Albergaria | 24142 | 120 | 100 | 60 | 50 | 23850 | 150 | 120 | 240 | 120 | 75 | 80 | 120 | 24525 | 110 | 110 | 110 | 80 | ≥ 120 |

| Parâmetros Desaceleração | | |
|---|---|---|
| Velocidade Base (VB) [km/h] | Extensão Bisel (EB) [m] | Raio da curva (R) [m] |
| < 90 | 80 | > 15 |
| 100 | 110 | > 25 |
| 120 | 140 | 40 |

| Parâmetros Aceleração | | |
|---|---|---|
| Velocidade Base (VB) [km/h] | Extensão Total (AT) [m] | Extensão Bisel (EB) [m] |
| 60 | 140 | 50 |
| 80 | 180 | 50 |
| 90 | 210 | 75 |
| 100 | 240 | 75 |
| > 110 | 270 | 75 |

| Velocidade Mínima | 60 |
|---|---|

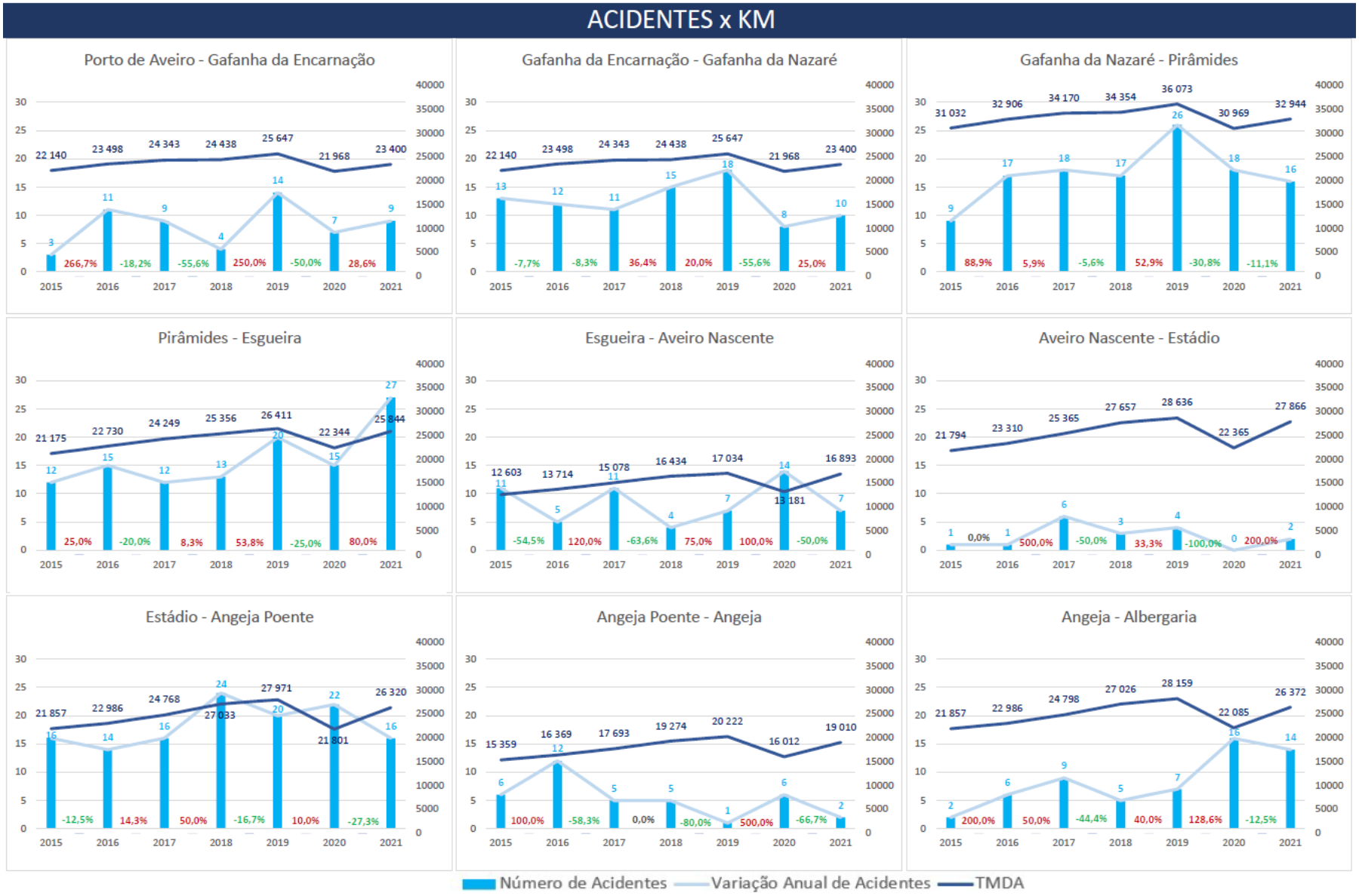
| ACIDENTES | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sublanços** | **2009** | **2010** | **2011** | **2012** | **2013** | **2014** | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** | **2021** | **Total** | | **Km** | **Acidentes/Km** | |
| Porto de Aveiro - Gafanha da Encarnação | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 6 | 3 | 11 | 9 | 4 | 14 | 7 | 9 | 75 | 5,60% | 2,149 | 34,90 | 6,22% |
| Gafanha da Encarnação - Gafanha da Nazaré | 11 | 6 | 12 | 10 | 11 | 8 | 13 | 12 | 11 | 15 | 18 | 8 | 10 | 145 | 10,82% | 3,223 | 44,99 | 8,02% |
| Gafanha da Nazaré - Pirâmides | 24 | 11 | 29 | 23 | 20 | 30 | 9 | 17 | 18 | 17 | 26 | 18 | 16 | 258 | 19,25% | 2,895 | 89,12 | 15,88% |
| Pirâmides - Esgueira | 28 | 21 | 9 | 16 | 16 | 17 | 12 | 15 | 12 | 13 | 20 | 15 | 27 | 221 | 16,49% | 3,576 | 61,80 | 11,01% |
| Esgueira - Aveiro Nascente | 7 | 14 | 3 | 6 | 2 | 5 | 11 | 5 | 11 | 4 | 7 | 14 | 7 | 96 | 7,16% | 2,203 | 43,58 | 7,76% |
| Aveiro Nascente - Estádio | 20 | 7 | 10 | 9 | 8 | 10 | 1 | 1 | 6 | 3 | 4 | 0 | 2 | 81 | 6,04% | 0,645 | 125,58 | 22,37% |
| Estádio - Angeja Poente | 33 | 33 | 21 | 14 | 17 | 12 | 16 | 14 | 16 | 24 | 20 | 22 | 16 | 258 | 19,25% | 6,304 | 40,93 | 7,29% |
| Angeja Poente - Angeja | 7 | 6 | 3 | 6 | 3 | 10 | 6 | 12 | 5 | 5 | 1 | 6 | 2 | 72 | 5,37% | 1,069 | 67,35 | 12,00% |
| Angeja - Albergaria | 21 | 23 | 12 | 5 | 7 | 7 | 2 | 6 | 9 | 5 | 7 | 16 | 14 | 134 | 10,00% | 2,526 | 53,05 | 9,45% |
| **Total** | **151** | **121** | **99** | **89** | **84** | **99** | **70** | **82** | **88** | **86** | **103** | **99** | **94** | **1340** | **100,00%** | **24,59** | **54,4937** | **100,00%** |

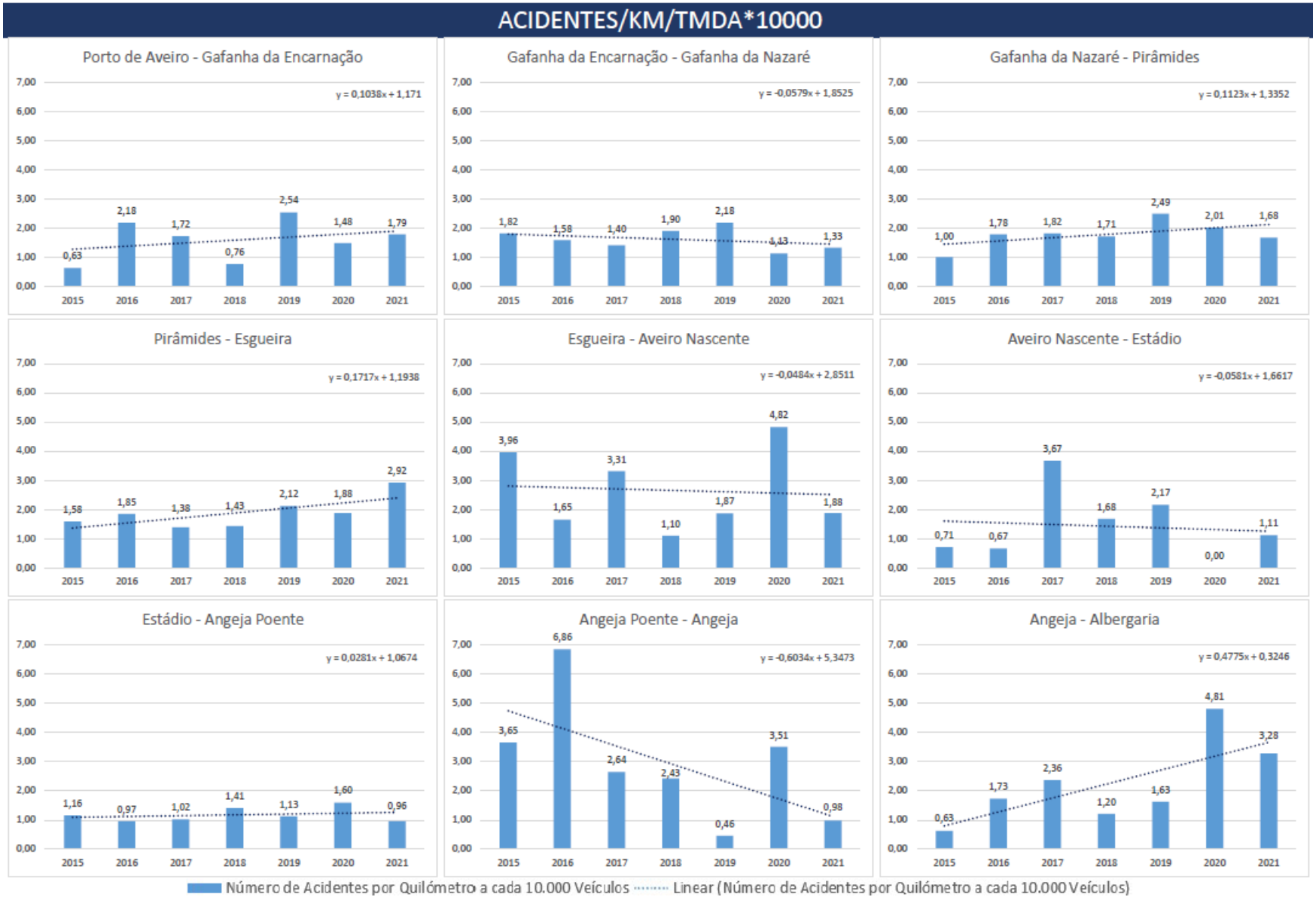
# TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO ANUAL

| Costa de Prata | | | Extensão | | | TMDA | | | | | | | Percentagem de Pesados | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Autoestrada | Sublanço | | km | Sentido | Categoria | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| A25 | 25-0 | Barra/Porto de Aveiro - G. Encarnação | 0,6 | Sentido Crescente | Ligeiros | 10512 | 11161 | 11561 | 11606 | 12182 | 10511 | 11204 | | | | | | | |
| | | Barra/Porto de Aveiro - G. Encarnação | | Sentido Crescente | Pesados | 403 | 424 | 440 | 441 | 461 | 453 | 511 | | | | | | | |
| | | Barra/Porto de Aveiro - G. Encarnação | | Sentido Crescente | Resultado | 10915 | 11586 | 12001 | 12047 | 12643 | 10963 | 11715 | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% |
| | | Barra/Porto de Aveiro - G. Encarnação | | Sentido Decrescente | Ligeiros | 10795 | 11460 | 11873 | 11920 | 12512 | 10539 | 11164 | | | | | | | |
| | | Barra/Porto de Aveiro - G. Encarnação | | Sentido Decrescente | Pesados | 430 | 452 | 469 | 470 | 491 | 466 | 521 | | | | | | | |
| | | Barra/Porto de Aveiro - G. Encarnação | | Sentido Decrescente | Resultado | 11225 | 11913 | 12342 | 12391 | 13004 | 11004 | 11685 | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% |
| A25 | 25-1 | G. Encarnação - G. Nazaré | 3 | Sentido Crescente | Ligeiros | 10512 | 11161 | 11561 | 11606 | 12182 | 10511 | 11204 | | | | | | | |
| | | G. Encarnação - G. Nazaré | | Sentido Crescente | Pesados | 403 | 424 | 440 | 441 | 461 | 453 | 511 | | | | | | | |
| | | G. Encarnação - G. Nazaré | | Sentido Crescente | Resultado | 10915 | 11586 | 12001 | 12047 | 12643 | 10963 | 11715 | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% |
| | | G. Encarnação - G. Nazaré | | Sentido Decrescente | Ligeiros | 10795 | 11460 | 11873 | 11920 | 12512 | 10539 | 11164 | | | | | | | |
| | | G. Encarnação - G. Nazaré | | Sentido Decrescente | Pesados | 430 | 452 | 469 | 470 | 491 | 466 | 521 | | | | | | | |
| | | G. Encarnação - G. Nazaré | | Sentido Decrescente | Resultado | 11225 | 11913 | 12342 | 12391 | 13004 | 11004 | 11685 | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% |
| A25 | 25-2 | G. Nazaré - Pirâmides | 2,6 | Sentido Crescente | Ligeiros | 15459 | 16404 | 16915 | 16625 | 17811 | 15315 | 15383 | | | | | | | |
| | | G. Nazaré - Pirâmides | | Sentido Crescente | Pesados | 681 | 719 | 846 | 1092 | 944 | 752 | 839 | | | | | | | |
| | | G. Nazaré - Pirâmides | | Sentido Crescente | Resultado | 16140 | 17123 | 17761 | 17716 | 18755 | 16067 | 16222 | 4% | 4% | 5% | 6% | 5% | 5% | 5% |
| | | G. Nazaré - Pirâmides | | Sentido Decrescente | Ligeiros | 14239 | 15105 | 15634 | 15831 | 16437 | 14162 | 15878 | | | | | | | |
| | | G. Nazaré - Pirâmides | | Sentido Decrescente | Pesados | 653 | 678 | 775 | 806 | 880 | 739 | 843 | | | | | | | |
| | | G. Nazaré - Pirâmides | | Sentido Decrescente | Resultado | 14892 | 15783 | 16409 | 16638 | 17317 | 14901 | 16721 | 4% | 4% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% |
| A25 | 25-3 | Pirâmides - Esgueira | 3,9 | Sentido Crescente | Ligeiros | 9945 | 10680 | 11397 | 11920 | 12416 | 10552 | 12213 | | | | | | | |
| | | Pirâmides - Esgueira | | Sentido Crescente | Pesados | 709 | 756 | 804 | 837 | 871 | 741 | 865 | | | | | | | |
| | | Pirâmides - Esgueira | | Sentido Crescente | Resultado | 10653 | 11436 | 12200 | 12757 | 13287 | 11293 | 13078 | 7% | 7% | 7% | 7% | 7% | 7% | 7% |
| | | Pirâmides - Esgueira | | Sentido Decrescente | Ligeiros | 9795 | 10519 | 11224 | 11740 | 12230 | 10294 | 11886 | | | | | | | |
| | | Pirâmides - Esgueira | | Sentido Decrescente | Pesados | 726 | 775 | 825 | 859 | 894 | 757 | 879 | | | | | | | |
| | | Pirâmides - Esgueira | | Sentido Decrescente | Resultado | 10521 | 11294 | 12049 | 12599 | 13123 | 11051 | 12766 | 7% | 7% | 7% | 7% | 7% | 7% | 7% |
| A25 | 25-4 | Esgueira - Aveiro Nascente | 2,3 | Sentido Crescente | Ligeiros | 5858 | 6349 | 7071 | 7703 | 8012 | 6139 | 7825 | | | | | | | |
| | | Esgueira - Aveiro Nascente | | Sentido Crescente | Pesados | 542 | 503 | 619 | 670 | 678 | 576 | 738 | | | | | | | |
| | | Esgueira - Aveiro Nascente | | Sentido Crescente | Resultado | 6399 | 6852 | 7690 | 8373 | 8689 | 6714 | 8564 | 8% | 7% | 8% | 8% | 8% | 9% | 9% |
| | | Esgueira - Aveiro Nascente | | Sentido Decrescente | Ligeiros | 5668 | 6353 | 6775 | 7399 | 7665 | 5897 | 7590 | | | | | | | |
| | | Esgueira - Aveiro Nascente | | Sentido Decrescente | Pesados | 536 | 509 | 612 | 662 | 680 | 570 | 739 | | | | | | | |
| | | Esgueira - Aveiro Nascente | | Sentido Decrescente | Resultado | 6204 | 6862 | 7388 | 8061 | 8345 | 6467 | 8329 | 9% | 7% | 8% | 8% | 8% | 9% | 9% |
| A25 | 25-5 | Aveiro Nascente - Estádio | 0,6 | Sentido Crescente | Ligeiros | 9495 | 10159 | 11056 | 12058 | 12480 | 9644 | 11938 | | | | | | | |
| | | Aveiro Nascente - Estádio | | Sentido Crescente | Pesados | 1116 | 1191 | 1293 | 1407 | 1458 | 1251 | 1646 | | | | | | | |
| | | Aveiro Nascente - Estádio | | Sentido Crescente | Resultado | 10611 | 11350 | 12349 | 13464 | 13938 | 10895 | 13584 | 11% | 10% | 10% | 10% | 10% | 11% | 12% |
| | | Aveiro Nascente - Estádio | | Sentido Decrescente | Ligeiros | 10007 | 10704 | 11652 | 12708 | 13159 | 10152 | 12552 | | | | | | | |
| | | Aveiro Nascente - Estádio | | Sentido Decrescente | Pesados | 1176 | 1256 | 1364 | 1485 | 1539 | 1318 | 1730 | | | | | | | |
| | | Aveiro Nascente - Estádio | | Sentido Decrescente | Resultado | 11184 | 11960 | 13016 | 14192 | 14698 | 11470 | 14282 | 11% | 11% | 10% | 10% | 10% | 11% | 12% |
| A25 | 25-36 | Estádio - Angeja Poente | 6,2 | Sentido Crescente | Ligeiros | 9596 | 10068 | 10835 | 11821 | 12317 | 9385 | 11507 | | | | | | | |
| | | Estádio - Angeja Poente | | Sentido Crescente | Pesados | 1129 | 1143 | 1235 | 1356 | 1405 | 1293 | 1685 | | | | | | | |
| | | Estádio - Angeja Poente | | Sentido Crescente | Resultado | 10725 | 11211 | 12071 | 13176 | 13722 | 10678 | 13192 | 11% | 10% | 10% | 10% | 10% | 12% | 13% |
| | | Estádio - Angeja Poente | | Sentido Decrescente | Ligeiros | 9963 | 10579 | 11405 | 12444 | 12793 | 9784 | 11479 | | | | | | | |
| | | Estádio - Angeja Poente | | Sentido Decrescente | Pesados | 1170 | 1196 | 1292 | 1413 | 1455 | 1340 | 1649 | | | | | | | |
| | | Estádio - Angeja Poente | | Sentido Decrescente | Resultado | 11133 | 11775 | 12697 | 13857 | 14249 | 11123 | 13128 | 11% | 10% | 10% | 10% | 10% | 12% | 13% |
| A25 | 25-6 | Angeja Poente - Angeja | 2,7 | Sentido Crescente | Ligeiros | 6576 | 7355 | 7734 | 8555 | 9042 | 7019 | 8392 | | | | | | | |
| | | Angeja Poente - Angeja | | Sentido Crescente | Pesados | 984 | 863 | 986 | 1073 | 1123 | 1032 | 1176 | | | | | | | |
| | | Angeja Poente - Angeja | | Sentido Crescente | Resultado | 7559 | 8218 | 8720 | 9628 | 10165 | 8051 | 9568 | 13% | 10% | 11% | 11% | 11% | 13% | 12% |
| | | Angeja Poente - Angeja | | Sentido Decrescente | Ligeiros | 6835 | 7285 | 8019 | 8632 | 8990 | 6982 | 8322 | | | | | | | |
| | | Angeja Poente - Angeja | | Sentido Decrescente | Pesados | 965 | 865 | 954 | 1014 | 1067 | 978 | 1120 | | | | | | | |
| | | Angeja Poente - Angeja | | Sentido Decrescente | Resultado | 7799 | 8151 | 8974 | 9646 | 10057 | 7960 | 9442 | 12% | 11% | 11% | 11% | 11% | 12% | 12% |
| A25 | 25-37 | Angeja - Albergaria | 1 | Sentido Crescente | Ligeiros | 9596 | 10068 | 10865 | 11846 | 12337 | 9565 | 11354 | | | | | | | |
| | | Angeja - Albergaria | | Sentido Crescente | Pesados | 1129 | 1143 | 1230 | 1336 | 1394 | 1207 | 1515 | | | | | | | |
| | | Angeja - Albergaria | | Sentido Crescente | Resultado | 10725 | 11211 | 12095 | 13182 | 13731 | 10773 | 12869 | 11% | 10% | 10% | 10% | 10% | 11% | 12% |
| | | Angeja - Albergaria | | Sentido Decrescente | Ligeiros | 9963 | 10579 | 11415 | 12445 | 12967 | 10047 | 11917 | | | | | | | |
| | | Angeja - Albergaria | | Sentido Decrescente | Pesados | 1170 | 1196 | 1288 | 1400 | 1461 | 1265 | 1585 | | | | | | | |
| | | Angeja - Albergaria | | Sentido Decrescente | Resultado | 11133 | 11775 | 12704 | 13844 | 14428 | 11312 | 13502 | 11% | 10% | 10% | 10% | 10% | 11% | 12% |

| PRINCIPAIS DADOS DAS MEDIÇÕES DE VELOCIDADES A PARTIR DOS RADARES | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sentido Crescente | | | | | | | Sentido Decrescente | | | | | | |
| | Pk (km) | Vm (km/h) | V85 (km/h) | V50 (km/h) | Vlim (km/h) | Violações | | Pk (km) | Vm (km/h) | V85 (km/h) | V50 (km/h) | Vlim (km/h) | Violações |
| Porto de Aveiro - G. Encarnação | - | - | - | - | - | - | Porto de Aveiro - G. Encarnação | - | - | - | - | - | - |
| G. Encarnação - G. Nazaré | 2+600 | 76 | 95 | 74 | 120 | 7,35% | G. Encarnação - G. Nazaré | 2+500 | 91 | 110 | 88 | 120 | 5,97% |
| G. Encarnação - G. Nazaré | 5+050 | 91 | 110 | 90 | 120 | 5,37% | G. Encarnação - G. Nazaré | 5+250 | 92 | 110 | 91 | 120 | 5,13% |
| G. Encarnação - G. Nazaré | 5+300 | 92 | 110 | 91 | 120 | 4,73% | G. Nazaré - Pirâmides | 5+500 | 83 | 102 | 81 | 120 | 2,15% |
| G. Nazaré - Pirâmides | 6+600 | 89 | 107 | 88 | 120 | 3,14% | G. Nazaré - Pirâmides | 7+400 | 99 | 119 | 97 | 120 | 12,71% |
| G. Nazaré - Pirâmides | 7+950 | 97 | 116 | 95 | 120 | 9,86% | Pirâmides - Esgueira | 9+200 | 102 | 121 | 101 | 120 | 15,42% |
| Pirâmides - Esgueira | 9+200 | 102 | 121 | 100 | 120 | 15,54% | Pirâmides - Esgueira | 9+850 | 87 | 103 | 87 | 120 | 1,99% |
| Pirâmides - Esgueira | 9+800 | 98 | 118 | 95 | 120 | 11,75% | Pirâmides - Esgueira | 10+200 | 108 | 127 | 108 | 120 | 25,37% |
| Pirâmides - Esgueira | 11+700 | 100 | 121 | 97 | 120 | 15,19% | Esgueira - Aveiro Nascente | 11+950 | 77 | 90 | 76 | 120 | 0,15% |
| Esgueira - Aveiro Nascente | 14+000 | 76 | 91 | 74 | 60 | 85,45% | Esgueira - Aveiro Nascente | 14+000 | 61 | 76 | 62 | 60 | 54,56% |
| Aveiro Nascente - Estádio | - | - | - | - | - | - | Aveiro Nascente - Estádio | - | - | - | - | - | - |
| Estádio - Angeja Poente | 15+100 | 88 | 103 | 85 | 120 | 1,92% | Estádio - Angeja Poente | 15+200 | 106 | 125 | 104 | 120 | 21,19% |
| Estádio - Angeja Poente | 18+650 | 97 | 115 | 96 | 120 | 9,03% | Estádio - Angeja Poente | 18+650 | 111 | 130 | 112 | 120 | 30,92% |
| Angeja Poente - Angeja | 21+300 | 89 | 107 | 88 | 120 | 2,87% | Angeja Poente - Angeja | 21+850 | 93 | 108 | 92 | 100 | 7,75% |
| Angeja - Albergaria | 23+250 | 97 | 114 | 97 | 120 | 6,57% | Angeja - Albergaria | 23+600 | 82 | 95 | 81 | 120 | 0,33% |
| Média Total | | 93,0 | 109,8 | 90,0 | 115,4 | 13,75% | Média Total | | 95,8 | 108,9 | 90,8 | 113,8 | 14,13% |

# **Anexo 5**
Cruzamento de Dados


ACIDENTES x KM
Porto de Aveiro - Gafanha da Encarnação
Gafanha da Encarnação - Gafanha da Nazaré
Gafanha da Nazaré - Pirâmides
Pirâmides - Esgueira
Esgueira - Aveiro Nascente
Aveiro Nascente - Estádio
Estádio - Angeja Poente
Angeja Poente - Angeja
Angeja - Albergaria
Número de Acidentes
Variação Anual de Acidentes
TMDA


ACIDENTES/KM/TMDA*10000
Porto de Aveiro - Gafanha da Encarnação
y = 0,1038x + 1,171
0,63
2,18
1,72
0,76
2,54
1,48
1,79
Gafanha da Encarnação - Gafanha da Nazaré
y = -0,0579x + 1,8525
1,82
1,58
1,40
1,90
2,18
1,43
1,33
Gafanha da Nazaré - Pirâmides
y = 0,1123x + 1,3352
1,00
1,78
1,82
1,71
2,49
2,01
1,68
Pirâmides - Esgueira
y = 0,1717x + 1,1938
1,58
1,85
1,38
1,43
2,12
1,88
2,92
Esgueira - Aveiro Nascente
y = -0,0484x + 2,8511
3,96
1,65
3,31
1,10
1,87
4,82
1,88
Aveiro Nascente - Estádio
y = -0,0581x + 1,6617
0,71
0,67
3,67
1,68
2,17
0,00
1,11
Estádio - Angeja Poente
y = 0,0281x + 1,0674
1,16
0,97
1,02
1,41
1,13
1,60
0,96
Angeja Poente - Angeja
y = -0,6034x + 5,3473
3,65
6,86
2,64
2,43
0,46
3,51
0,98
Angeja - Albergaria
y = 0,4775x + 0,3246
0,63
1,73
2,36
1,20
1,63
4,81
3,28
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
Número de Acidentes por Quilómetro a cada 10.000 Veículos
Linear (Número de Acidentes por Quilómetro a cada 10.000 Veículos)

| CONDIÇÕES DE RISCO DOS SUBLANÇOS | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nó | ΔL | Curvas em Planta | Concordâncias em Perfil | Zonas de Transição de Aceleração | Zonas de Transição de Desaceleração | Evolução nos Últimos Anos | Velocidades | Resumo |
| Porto de Aveiro | 2419 | OK | OK | KO (SC) | KO (SC)<br>KO (SD) | acidentes a aumentar | OK | OK |
| Gafanha de Encarnação | 2953 | OK | OK | KO (SC) | KO (SC)<br>KO (SC) | OK | OK | OK |
| Gafanha de Nazaré | 2895 | OK | KO | OK | KO (SC) | muitos acidentes e a aumentar | OK | OK |
| Pirâmides | 3576 | OK | KO<br>KO | OK | KO (SC)<br>KO (SD) | muitos acidentes e a aumentar | taxa de excesso de velocidade elevada (SC)<br>taxa de excesso de velocidade elevada (SD) | SUBLANÇO MAIS CRÍTICO |
| Esgueira | 2203 | OK | OK | KO (SD) | KO (SC) | OK | taxa de excesso de velocidade elevadíssima<br>taxa de excesso de velocidade elevadíssima | OK |
| Aveiro Nascente | 645 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| Estádio | 6304 | OK | OK | OK | OK | acidentes a aumentar | taxa de excesso de velocidade elevada (SD) | OK |
| Angeja Poente | 1069 | OK | OK | KO (SC) | KO (SC) | OK | OK | OK |
| Angeja | 2526 | OK | OK | OK | OK | muitos acidentes e a aumentar | OK | OK |
| Albergaria | | | | | | | | |

# Anexo 6
Mapas da Proposta de Solução

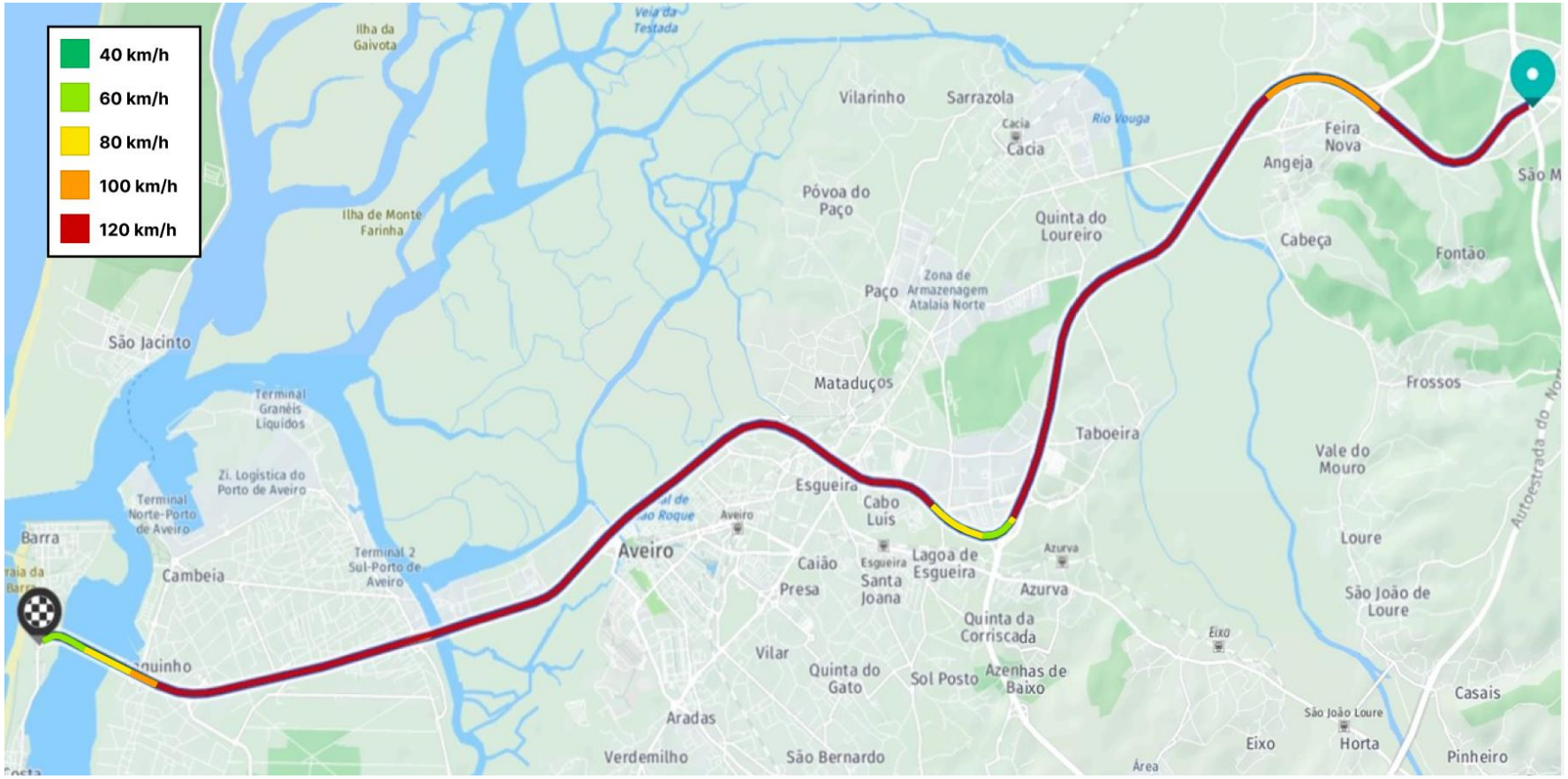
MAPA INDICATIVO DOS LIMITES DE VELOCIDADES ATUAIS NA A25 – CP

(SENTIDO CRESCENTE)



MAPA INDICATIVO DOS LIMITES DE VELOCIDADES ATUAIS NA A25 – CP

(SENTIDO DECRESCENTE)

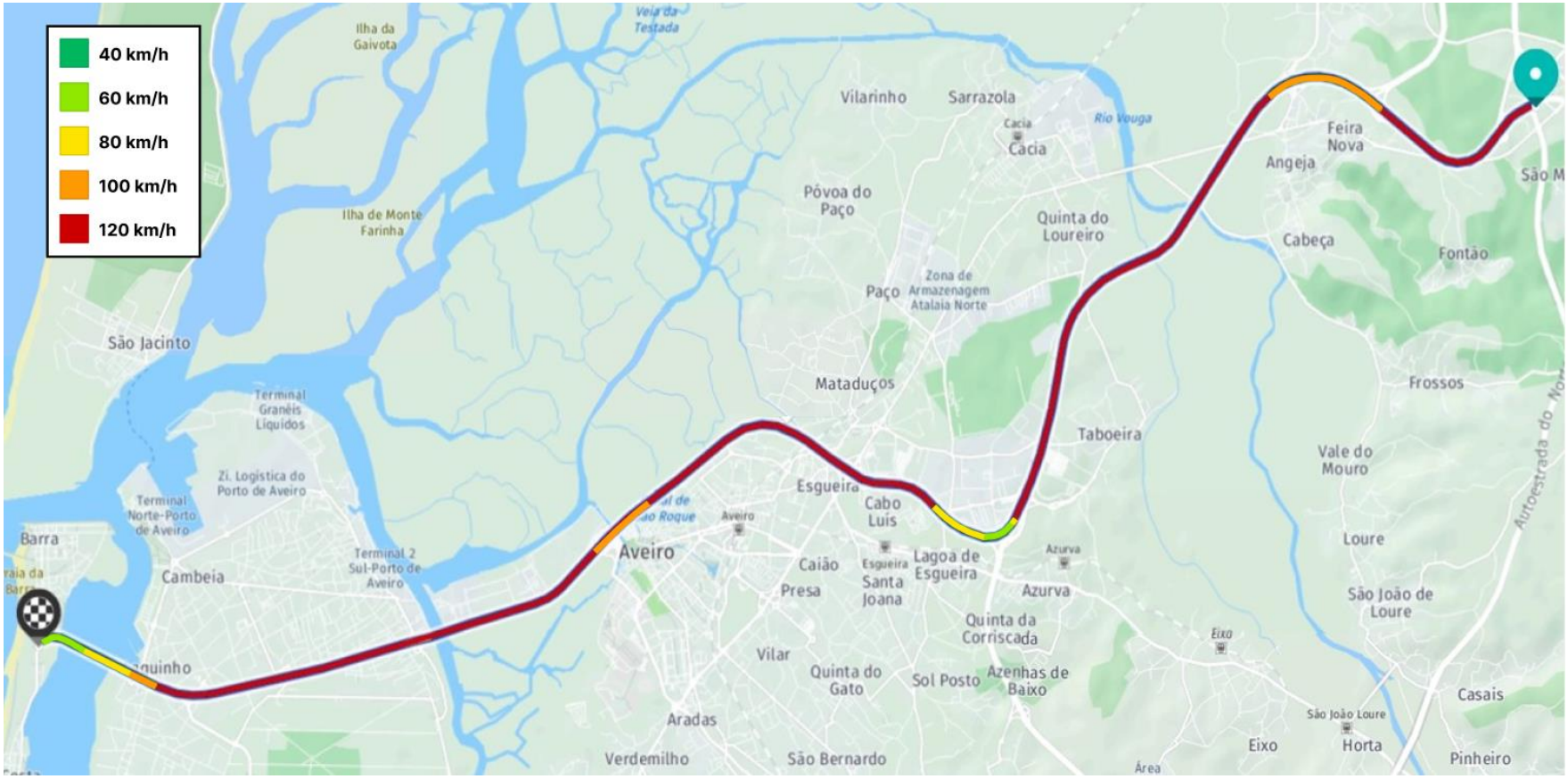


MAPA INDICATIVO DOS LIMITES DE VELOCIDADES DE ACORDO COM A PROPOSTA DE ALTERAÇÃO NA A25 – CP (SENTIDO CRESCENTE)



MAPA INDICATIVO DOS LIMITES DE VELOCIDADES DE ACORDO COM A PROPOSTA DE ALTERAÇÃO NA A25 – CP

(SENTIDO DECRESCENTE)



MAPA INDICATIVO DOS LIMITES DE VELOCIDADES DE ACORDO COM A PROPOSTA DE ALTERAÇÃO FINAL NA A25 – CP (SENTIDO CRESCENTE)



MAPA INDICATIVO DOS LIMITES DE VELOCIDADES DE ACORDO COM A PROPOSTA DE ALTERAÇÃO FINAL NA A25 – CP (SENTIDO DECRESCENTE)

