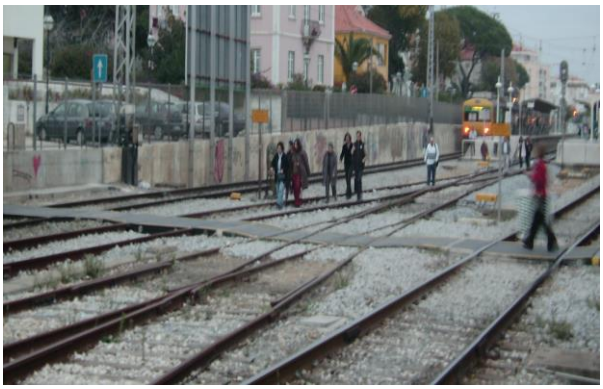
TÉCNICO LISBOA



O Comportamento Humano na proximidade de instalações e operações ferroviárias

Implicações no dimensionamento das Intervenções

Ricardo Augusto Pardal Ferreira da Cruz Pita

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Planeamento e Operações de Transportes

Orientador: Professor Doutor Paulo Manuel da Fonseca Teixeira

Júri

Presidente: Professora Doutora Maria do Rosário Maurício Ribeiro Macário

Orientador: Professor Doutor Paulo Manuel da Fonseca Teixeira

Vogais: Professor Doutor José Manuel Coelho das Neves

Outubro 2020

Declaro que o presente documento é um trabalho original da minha autoria e que cumpre todos os requisitos do Código de Conduta e Boas Práticas da Universidade de Lisboa.

Agradecimentos

A realização deste documento contou com importantes apoios e incentivos sem os quais não se teria tornado uma realidade e aos quais estarei eternamente grato.

À Professora Dr.ª Rosário Macário, pelos elevados conhecimentos, rigor, capacidade técnica transmitida nos diversos setores dos transportes, e pela fantástica experiência que me proporcionou como aluno ao longo do mestrado em transportes no IST.

Ao Professor Doutor Paulo Teixeira, pela sua orientação, especial apoio, total disponibilidade, nas suas opiniões e críticas, extraordinária colaboração na forma de simplificar a complexidade do problema e pelo incentivo em todas as nossas conversas.

À Doutora Luísa Garcia, pela oportunidade única de valorização profissional nas Infraestruturas de Portugal, confiança e liberdade de investigar esta temática de enorme relevância para a Segurança na Rede Ferroviária.

Ao José Carlos Pires, pela sua abordagem positiva, ao ter permitido e facilitado o acesso à UIC, organismo a que esteve ligado no âmbito da Segurança Ferroviária contribuindo para excelente trabalho do "RESTRAIL", pela sua magnifica empatia, capacidade incrível de me escutar e retribuir nas suas palavras os aspetos mais importantes e esclarecimentos nesta matéria de segurança ferroviária.

À UIC na pessoa do Dr. Grigore, Havarneanu, pelo seu apoio na revisão do questionário e divulgação do mesmo pelos membros da UIC, sem o qual não teria sido possível obter a realidade do fenómeno do "Trespassing" na Europa e Estados Unidos da América.

À IP Infraestruturas de Portugal pela sua dimensão, pela oportunidade de desenvolver este trabalho, o orgulho de colaborar com pessoas extraordinárias nas diversas áreas de especialidade ferroviária, que se mostraram disponíveis em contribuir com as suas opiniões, experiências e conhecimentos, independente das suas áreas profissionais.

Aos meus amigos e colegas ferroviários (das Infraestruturas / CP / Maquinistas), que não menciono o nome, mas que sabem quem são, que estiveram ao meu lado durante todo o meu percurso profissional, pelo companheirismo, força e compreensão em certos momentos difíceis.

Por último, tendo consciência que sozinho nada disto teria sido possível, dirijo um agradecimento especial ao meu Pai, Esposa, Filhos e Família, por serem um modelo de coragem, pelo seu apoio incondicional, incentivo, amizade e paciência demonstrada e total ajuda na superação dos obstáculos que ao longo deste caminho foram surgindo.

A todos dedico este trabalho!

Resumo

Atualmente assiste-se a um novo aumento da sinistralidade nos atravessamentos da via férrea em território nacional, nomeadamente nas passagens de nível e em particular nos locais não autorizados, com um impacto significativo na gestão das operações ferroviárias, de que resulta anualmente elevados atrasos e penalizações de comboios.

O gestor das infraestruturas rodoferroviárias em parceria com as autarquias tem procedido a avultados investimentos na supressão dos atravessamentos de nível e construção de passagens desniveladas, o que traduz uma estratégia no reforço da segurança.

Ao longo desta dissertação pretende-se explicar, no âmbito dos atravessamentos da via férrea, quais os fundamentos básicos das operações ferroviárias, relacionando-os com o comportamento humano na proximidade do caminho de ferro, e a implicação no dimensionamento das intervenções, bem como analisar de que forma as acessibilidades promovidas e o fenómeno de intrusão afetam a gestão das operações ferroviárias.

O estudo desta questão é pertinente na medida em que reflete tendências atuais cuja observação, compreensão e intervenção se pode traduzir numa importante ferramenta para assegurar uma melhoria continua na gestão das infraestruturas e mobilidade das pessoas na proximidade da via férrea.

Em termos científicos, a dissertação constitui um contributo para o aprofundamento de conhecimentos na área da problemática dos atravessamentos ferroviários, apresentando um forte carácter interdisciplinar por estabelecer uma ligação entre as intervenções e o comportamento humano. Por outro lado, com este estudo, as organizações têm acesso a uma investigação que, tendo procurado ser imparcial e cientificamente válida, poderá ser utilizada para esclarecer eventuais dúvidas quanto às suas consequências.

Palavras-chave

Infraestruturas ferroviárias, Segurança, Trespassing, Atravessamentos de Nível, Comportamento Humano

Abstract

Currently, there is a new increase in accident rates in the crossing of the railroad in Portugal, namely at level crossings and in particular in unauthorized places, with a significant impact on the management of railway operations, which results in high delays and penalties annually of trains.

The manager of road and railway infrastructures in partnership with the municipalities has made major investments in the suppression of level crossings and the construction of uneven passages, which translates into a strategy to strengthen security.

Throughout this dissertation, we intend to explain, in the context of railroad crossings, what are the basic foundations of railway operations, relating them to human behavior in the vicinity of the railway, and the implication in the dimensioning of interventions, as well as analyzing how the accessibility promoted and the phenomenon of intrusion affect the management of railway operations.

The study of this issue is pertinent insofar as it reflects current trends whose observation, understanding and intervention can be translated into an important tool to ensure a continuous improvement in the management of infrastructure and the mobility of people in the vicinity of the railroad.

In scientific terms, the dissertation constitutes a contribution to the deepening of knowledge in the area of railway crossings, presenting a strong interdisciplinary character as it establishes a link between interventions and human behavior. On the other hand, with this study, organizations have access to an investigation that, having tried to be impartial and scientifically valid, can be used to clarify any doubts about its consequences.

Key-words

Railway Infrastructures, Safety, Trespassing, Grade Crossing, Human Behavior

Índice

1 Introdução 1
1.1 Âmbito 1
1.2 Principais Objetivos 1
1.3 Estrutura do documento 3
2 Segurança ferroviária 5
2.1 Enquadramento 5
2.2 Infraestrutura Ferroviária 5
2.3 Perfil Transversal da Via 6
2.4 Sinalização e Telecomunicações 7
2.5 Eletrificação e Catenária 9
2.6 Zonas de Segurança Ferroviária 9
2.7 Espaço do caminho-de-ferro e os confinantes 11
2.8 Passagens de Nível 12
3 Cruzamento da Via Ferrea 15
3.1 A problemática dos acidentes nos atravessamentos 15
3.2 Disposições Legais 15
3.3 Fatores de risco nos Atravessamentos de nível 17
3.4 Sinistralidade em Portugal nos atravessamentos de nível 20
3.5 As motivações do “Trespassing” 22
3.6 Tipologias de barreiras físicas 25
3.7 Estudos do fenómeno do “Trespassing” 27
3.7.1 USA 27
3.7.2 Europa 30
3.8 Modelos de mitigação do “Trespassing” 34
3.8.1 América do Norte (EUA e CANADA) 34
3.8.2 Europa 37
3.9 Repositório de dados do “Trespassing” 39
3.9.1 Estados Unidos da América 39
3.9.2 Europa 40
3.10 Estatísticas de sinistralidade por Trespassing 40
3.10.1 Europa 40
3.10.2 Reino Unido 41
3.10.3 Portugal 41
4 Análise da Problemática do “Trespassing” 43
4.1 Metodologia 43
4.2 Questionário 44
4.2.1 A Estrutura e Elaboração do questionário 45
4.2.2 Divulgação do questionário 47

4.2.3 Recolha de dados 47
4.2.4 Análise de resultados do questionário 48
4.3 Caso de estudo 50
4.3.1 Etapas do estudo 51
4.3.2 Análise da sinistralidade pedonal na RFN entre 2005 e 2015 54
4.3.3 Mapa de Calor de acidentes por Trespassing 56
4.3.4 Impactos da sinistralidade pedonal nas operações ferroviárias 59
4.3.5 Índice de Acessibilidade 61
4.3.6 Índice de Trespassing 62
4.3.7 Índice de Acessibilidade na linha do Minho 63
4.3.8 Índice de Acessibilidade nos Municípios do Minho 64
4.3.9 Índice de “Trespassing” nos municípios da Linha do Minho 64
4.3.10 Índice de Acessibilidade na Linha do Algarve 65
4.3.11 Índice de Acessibilidade nos concelhos do Algarve 66
4.3.12 Índice de “Trespassing” Linha do Algarve 67
4.3.13 Penalizações nas operações da linha do Minho 67
4.3.14 Penalizações nas operações da linha do Algarve 69
4.4 Bivariate Moran´s (Bilisa) 71
4.5 Índices de Sinistralidade 74
4.5.1 Índice de Gravidade Freguesias 76
4.5.2 Índice de Risco Freguesias 77
4.5.3 Índice de Perigo Freguesias 78
5 Conclusões 79

Lista de quadros

Quadro 2-1 - Distâncias de segurança por intervalos de velocidades – fonte: IET 77 10

Quadro 3-1 - Estudos do “Trespassing” EUA 28

Quadro 3-2- Estudos do “Trespassing” EU 30

Quadro 3-3 - Estudos do “Trespassing” CZ 31

Quadro 3-4 – Estudos de “Trespassing” na Finlândia 32

Quadro 3-5 - Oportunidades de investigação 34

Quadro 4-1 - Distribuição dos acidentes X FWI por patamares de velocidade 58

Quadro 4-2 - Distribuição por ano dos acidentes local X comportamento da vítima 59

Quadro 4-3 - Impactos globais por ano dos acidentes na circulação ferroviária 60

Quadro 4-4 - Distribuição dos acidentes e FWI por tipologia de comboio 60

Quadro 4-5 - índice de acessibilidade e distâncias médias nos concelhos da linha do Minho 64

Quadro 4-6 - Índice de “Trespassing” nos concelhos da linha do Minho 65

Quadro 4-7 - índice de acessibilidade e distâncias médias nos concelhos da linha do Algarve 66

Quadro 4-8 - Índice de “Trespassing” nos concelhos da linha do Algarve 67

Lista de Figuras

Figura 2-1 - Cantão em via única 7
Figura 2-2 - Via dupla sentido da circulação no cantão 8
Figura 2-3 - Cantão no sistema automático 8
Figura 2-4 - sinalização no Bloco orientável 8
Figura 2-5 - Estrutura da catenária 9
Figura 2-6 - Esquemas das zonas de segurança para trabalhos na via-férrea 10
Figura 2-7 - Classificação das PN conforme o DL 568/99 de 23 de dezembro de 1999 13
Figura 2-8 – Esquema do Triângulo de visibilidade em PN 14
Figura 2-9 - Ponto de Observação 14
Figura 3-1 -Passagem de Nível 15
Figura 3-2 - Atravessamento entre cais (ATV) 16
Figura 3-3 – “Trespassing” em Plena Via 17
Figura 3-4 - Ferrovia versus Autoestrada 17
Figura 3-5 -Evolução do número de PN nas linhas com Exploração 21
Figura 3-6 - Evolução da Sinistralidade em Passagens de nível 22
Figura 3-7 – Comportamentos exemplificativos de “Trespassing” 23
Figura 3-8 - Tipologia de “Trespassing” 23
Figura 3-9 - Comboios com 750 metros 24
Figura 3-10 - Zonas de “Trespassing” em plena via e estação 25
Figura 3-11 - Vedações tipo Rural e Urbana 26
Figura 3-12 - Vedação em Talude e Vegetação Arbórea 26
Figura 3-13 - Estrutura do modelo C.A.R.E. 35
Figura 3-14 - Metodologia de riscos H.A.R.P. 36
Figura 3-15 - Exemplos de Campanhas Norte Americanas 37
Figura 3-16 - Estrutura do Modelo - RESTRAIL 39
Figura 3-17 - Zonas de Trespassing nos Estados Unidos da América 40
Figura 3-18 - Comparação da sinistralidade entre PN e TR 40
Figura 3-19 - Sinistralidade por “Trespassing” no Reino Unido 41
Figura 3-20 Sinistralidade entre 2000 e 2016 por Trespassing em Portugal 42

Figura 4-1 - Esquema da metodologia 43
Figura 4-2 - Estrutura do questionário em Excel 45
Figura 4-3 - Campos de ordenação no questionário 45
Figura 4-4 - frequência dos indicadores na escala de Likert 49
Figura 4-5 – Indicadores de acidente x Frequência na escala de likert 49
Figura 4-6 - Nº de Respostas X Distância a percorrer pelo peão X % Acumulado 50
Figura 4-7 - Objetos do Sistema de Informação Geográfico 53
Figura 4-8 - Número de acidentes com pessoas colhidas por classificação de atravessamento 54
Figura 4-9 - Distribuição dos acidentes por meses do ano 55
Figura 4-10 - Distribuição Semanal dos acidentes 55
Figura 4-11 - Distribuição Horária dos acidentes 56
Figura 4-12 - Mapa de calor dos acidentes por “Trespassing” 2000-2019 56
Figura 4-13 - Novos locais de Trepassing após supressão de uma Passagem de Nível 57
Figura 4-14 - Atrasos X Comboios Penalizados - Linha do Minho 68
Figura 4-15 - Distribuição dos impactos por tipologia de comboio na linha do Minho 68
Figura 4-16 – Cod_segmento x Pk x Comboios penalizados x atrasos(min) – Linha do Minho 69
Figura 4-17 - Atrasos X Comboios Penalizados - Linha do Algarve 69
Figura 4-18 - Distribuição dos impactos por tipologia de comboio na linha do Algarve 70
Figura 4-19 - Cod_segmento x Pk x Comboios penalizados x atrasos(min) – Linha do Algarve 70
Figura 4-20 -- Cores dos valores associados aos clusters nos quadrantes 72
Figura 4-21 - Mapa Bilisa de significância e Cluster Trespassing / Acessos na linha do Minho 72
Figura 4-22 - Mapas Bilisa de significância e Cluster Trespassing / Acessos na linha do Algarve 73
Figura 4-23 - Mapas Bilisa de significância e Cluster Trespassing / Extensão de Via do Minho 73
Figura 4-24 - Mapas Bilisa de significância e Cluster Trespassing / Extensão de Via do Algarve 73
Figura 4-25 - Mapa Temático da sinistralidade dos concelhos 75
Figura 4-26 - Mapa Temático das freguesias - IA - IT – FWI 75
Figura 4-27 - Mapa temático do índice de Gravidade nas freguesias de Portugal 76
Figura 4-28 - Mapa temático do índice de Risco nas freguesias de Portugal 77
Figura 4-29 - Mapa temático do índice de Perigo nas freguesias de Portugal 78

Lista de abreviaturas e símbolos

ATV – Atravessamento entre cais ou plataformas dentro de uma estação ou apeadeiro

C.A.R.E. – Estrutura do modelo (**C**ommunity, **A**nalysis, **R**esponse e Evaluation)

CCO – Centro comando operacional – instalações do regulador do tráfego ferroviário

CE – Comunidade Europeia

C.F. – Caminho-de-ferro

CONVEL – Sistema de controlo de velocidade

CTC - Comando de Tráfego Centralizado

DPF - Domínio público ferroviário

FRA - Federal Railroad Administration's

FWI – Mortes equivalentes (Morto + Feridos Graves/10 + Feridos Ligeiros/200)

H.A.R.P. – Modelo de avaliação de risco

ICS – Indicadores Comuns de Segurança

PN – Passagem de Nível

PD – Passagem de Desnivelada

TRE – “Trespassing” Ato ilegal de atravessar a via-férrea sem a devida autorização, provocando constrangimentos á gestão da circulação ferroviária

TVM – Tabela de Velocidades Máxima

UIC - União Internacional dos Caminhos-de-ferro

1 INTRODUÇÃO

1.1 Âmbito

Este documento tem como objetivo contribuir para melhorar os aspetos relacionados com o comportamento humano e aumentar os níveis de segurança das pessoas na proximidade das infraestruturas e operações ferroviárias, assim como evidenciar a importância de melhores práticas associadas ao planeamento, dimensionamento na implementação das intervenções, monitorização de projetos de desnivelamento na via-férrea.

A necessidade de supressão de atravessamentos de nível na via-férrea, considerados como pontos de conflito na segurança ferroviária, não pode ser somente vista numa troca por troca por um desnivelamento na sua proximidade, existe a obrigação de otimizar recursos, envolver todas as partes interessadas, realçando a importância das causas e motivações da intrusão (“Trespassing”) no domínio publico ferroviário.

O efeito de barreira do C.F. tem implicações em termos de exclusão social, através do impedimento ou da criação de dificuldades na acessibilidade pedonal, crucial a atividades das pessoas, em especial aquelas com mobilidade condicionada, que contrasta com o crescimento e desenvolvimento expetável dos municípios e as mutações das suas comunidades, os quais colocam aspetos de enorme pressão e novos desafios à gestão de segurança das infraestruturas e operações ferroviárias.

As utilizações dos recursos disponíveis, em resposta aos problemas, aos desafios e às oportunidades emergentes colocadas aos sistemas de gestão de segurança das instalações e operações ferroviárias, devem conciliar as necessidades permanentes de segurança com as novas exigências derivadas das dinâmicas sociais das comunidades e do território, sendo as pessoas a base deste trabalho.

Na valorização do território através da sua reestruturação, construção e dimensionamento de instalações, as quais são importantes para a economia local e na vida das pessoas, e que permita ter linhas orientadoras na condução da estratégia dos atravessamentos da via-férrea, onde as pessoas obtenham novas respostas para a sua qualidade de circulação pedonal pela sua proximidade do caminho-de-ferro, a necessidade de resgatar as memórias do património ferroviário e aspetos socias e comportamentais dos transportes, é vital na condução deste trabalho ao seu destino plausível, as pessoas e os seus comportamentos passados, presentes e futuros.

1.2 Principais Objetivos

Os principais objetivos desta dissertação, estão relacionados com a estratégia da segurança ferroviária na sua premissa de uma excelente regulamentação e legislação, nos acidentes com pessoas colhidas por material circulante em movimento em locais não autorizados, dentro de um

espaço dedicado à circulação de comboios sendo uma área muito sensível para as instalações e operações ferroviárias, nas suas implicações no dimensionamento das intervenções, as quais muitas vezes são influenciadas por fatores externos à ferrovia.

O fenómeno do Trespassing, afeta todas as redes ferroviárias no mundo, e onde a sinistralidade está associada aos comportamentos humanos na sua proximidade, assim todas as organizações devem conjugar esforços para reduzir estas externalidades negativas, especialmente pela vulnerabilidade de um sistema tão complexo como o ferroviário, tendo em vista encontrar melhores soluções e partilhar ideias.

Apesar destes acidentes serem raros dentro de cada rede ferroviária nacional, os mesmos são fortemente mediáticos, os riscos para a sociedade com a crescente urbanização e acessibilidades nas proximidades do caminho-de-ferro, traduz-se numa magnitude preocupante.

Os fatores que emergem da análise destes acidentes tem por base o comportamento humano e estilo de vida, onde “Tudo o que se baseia na paciência humana redundará em falhanço”, para combater estes fatores identificados, este documento através da observação, compreensão e avaliação e implicações nas instalações e operações ferroviárias, pode ajudar a desenvolver politicas concertadas de mitigação dos riscos.

Neste sentido, esta dissertação tem como principais objetivos, a aferição das variáveis relevantes para o estudo do fenómeno do “Trespassing”, através da recolha de opiniões e conhecimento técnico dos especialistas em ferrovia, na estruturação e divulgação de um questionário à escala europeia, identificando as variáveis subjacentes à probabilidade ocorrer “Trespassing” e a probabilidade de um acidente “Trespassing”.

Por outro lado, pretende-se identificar, através de um caso de estudo na rede ferroviária Portuguesa, em particular nas linhas do Minho e Algarve, aferir a densidade de atravessamentos legais e ilegais existentes nestas linhas, classificando os municípios em termos de acessibilidade, que abragem as populações na proximidade do caminho de ferro, e identificação dos locais de “Trespassing”. A análise da sinistralidade ao longo da sua extensão de via férrea, tem como objetivo identificar as implicações nas operações ferroviárias, em termos de atrasos, penalizações de comboios, velocidades nas locais dos acidentes e comportamento dos indivíduos, resultantes dos acidentes.

Finalmente é sabido que existem enormes dificuldades de articulação entre os gestores de infraestruturas e stakeholders, onde qualquer acidente ferroviário faz aumentar a preocupação do público, podendo levar a elevados custos financeiros e sociais. A dissertação terá também como objetivo a identificação e classificação dos níveis de riscos de sinistralidade motivados pelo “Trespassing” no território nacional

1.3 Estrutura do documento

A presente dissertação está estruturada em cinco capítulos, com início na presente introdução e culmina com as conclusões extraídas da discussão de resultados, suportados na interpretação dos elementos recolhidos.

A estrutura foi estabelecida com a particularidade de que qualquer individuo pudesse acompanhar o raciocínio durante este trabalho, com vista a compreender a complexidade da problemática dos atravessamentos de nível no caminho-de-ferro, resultado esse expresso no último capítulo.

Capítulo 1 – Introdução: este capítulo estabelece os objetivos e a estrutura da dissertação. No qual se sintetiza a politica de supressão de passagens de nível das últimas décadas, reconhecendo que esta estratégia mais simples no seu inicio, atualmente se apresenta como uma tarefa deveras impossível em face do investimento astronómico para suprimir todos os atravessamentos, e nas dificuldades criadas à mobilidade das pessoas e acessibilidades, exposto gradualmente através das implicações em termos de exclusão social e alternativas pouco viáveis ou até ineficazes, aspetos relacionados com o dimensionamento das intervenções em termos de acessibilidades.

A segurança das instalações e operações ferroviárias torna necessário, uma conciliação entre o comportamento humano gerador de dinâmicas sociais e o território na qual elas desenvolvem as suas atividades. É necessário evitar retrocessos no desenvolvimento do território ou ruturas no seio das comunidades por onde o caminho-de-ferro as atravessa, o envelhecimento da população, gera uma inercia entre os agentes e partes interessadas que pode agravar esta situação.

Capitulo 2 – Segurança ferroviária: Neste capítulo, tem como inicio o enquadramento da gestão de segurança ferroviária do ponto de vista da atividade das empresas gestoras das infraestruturas, regidas pelos diversos regulamentos inerentes à segurança das instalações ferroviárias, as implicações dos sistemas expressos nos indicadores comuns de segurança, e que compõem a problemática dos atravessamentos de nível, traduzida em sinistralidade ferroviária, reforçando a necessidade de um compromisso contínuo da missão da segurança ferroviária.

Estabelecer uma diferenciação de duas palavras inglesas, para mesma palavra portuguesa segurança, e a importância das diferentes áreas a que se aplicam, subdivididos nos pontos da infraestrutura ferroviária, perfil transversal da via, sinalização e telecomunicações, eletrificação e catenária, zonas de segurança, espaço físico do caminho-de-ferro os seus confinantes e os locais autorizados no acesso às instalações e operações ferroviárias nomeadamente as passagens de nível e os atravessamentos nas estações.

Capitulo 3 – Cruzamento da via-férrea: Neste capitulo, é abordado a problemática dos acidentes nos atravessamentos, relacionando diretamente o incumprimento e desrespeito pelas disposições legais em vigor, com uma tipologia de comportamentos que quando associados aos principais fatores de risco para os peões no atravessamento da via-férrea, complementados pelas politicas de mitigação,

mais concretamente as supressões e reclassificações de passagens de nível, onde esse número resulta na redução da sinistralidade ao longo dos últimos anos, mas que contrabalança com o número de atravessamentos ilegais e os acidentes ocorridos nestes locais sem as condições mínimas de segurança, geradores de enormes constrangimentos à gestão da circulação ferroviária.

O fenómeno do “Trespassing” e as suas motivações, e as tipologias de barreiras físicas pré-estabelecidas para determinadas áreas populacionais, são traduzidos em imensos atos de vandalismo praticados por indivíduos estranhos à infraestrutura ferroviária, e pela sua constante exposição ao risco de colhida por material circulante em movimento.

Os diferentes países desenvolvidos que abrangem diferentes continentes, apresentam estudos sobre este tema, na sua observação deste fenómeno, compreensão e implementação de ações mitigadoras dos riscos, suportados em vários modelos de atuação e estatisticamente estudados estes dados em todo o mundo.

Capitulo 4 – Análise da Problemática do “Trespassing”, neste capítulo, é estabelecida a metodologia da investigação, as atividades e principais tarefas estabelecidas, onde resulta várias fases destintas de trabalho, a estruturação de um questionário indicada neste grupo, é desenvolvida com maior detalhe no anexo I, onde a sua divulgação aos especialistas em ferrovia, e recolha e tratamento da informação, métodos e técnicas estatísticas aplicadas aos dados qualitativos e quantitativos, posterior análise e demonstração de resultados, finalizando com as conclusões e discussão dos dados. Não menos importante são os recursos técnicos e suporte de softwares.

Na estrutura e a metodologia do questionário, este foi realizado a especialistas do setor ferroviário, na recolha das suas opiniões e julgamentos acerca das melhores variáveis que caraterizam o “Trespassing”. A abordagem ao complexo fenómeno de intrusão foi dividida em duas áreas, a primeira na possibilidade de ocorrer “Trespassing”, e a segunda associada à possibilidade de acidente devido a “Trespassing”.

No caso de estudo apresentado neste capítulo, este abrange uma visão da sinistralidade nos atravessamentos de nível (passagens de nível, Atravessamentos entre plataformas e “Trespassing”) entre 2005 e 2015, posteriormente são estudadas em pormenor a sinistralidade, locais de “Trespassing”, acessibilidades nas linhas do Minho e Algarve, pelas suas caraterísticas em termos de tipologia de via, extensão em quilómetros, e atratividade sazonal e pressão urbana.

Capitulo 5 – Conclusões, neste capítulo, será a análise dos resultados obtidos, com vista a perceber a verdadeira dimensão do “Trespassing” em Portugal, discussão dos resultados a qual reflete a magnitude do risco na rede ferroviária nacional, em conjugação com o território nacional, com a perspetiva de ajudar numa estratégia para o setor dos transportes terrestres, com vista a melhorar a qualidade das instalações e operações ferroviárias nacionais e internacionais.

2 SEGURANÇA FERROVIÁRIA

2.1 Enquadramento

A gestão da segurança ferroviária é uma atividade das empresas gestoras das infraestruturas e operações ferroviárias, em cumprimento da obrigação legal prevista no Art.º 66º-C do Decreto-Lei nº 270/2003 de 28 de outubro, alterado pelo Decreto-Lei nº 151/2014 de 13 de outubro e no Artº 18º do Regulamento Nº 402/2013/CE.

Estes regulamentos estabelecem um conjunto diverso de atividades com vista a promover a segurança das instalações e operações ferroviárias, no entanto as que se relacionam diretamente com a problemática dos atravessamentos de nível, são: a análise dos acidentes e incidentes ocorridos, sua classificação no âmbito dos indicadores comuns de segurança (ICS) e respetiva análise com o objetivo de perceber causas, tendências e consequente introdução de medidas corretivas ou de melhoria; a colaboração com o regulador no âmbito da publicação de regulamentação ferroviária nas suas diversas vertentes; continuação da implementação do projeto de eliminação/supressão de passagens de nível (PN) bem como da sua modernização com sistemas ativos de proteção e aviso de aproximação de comboios.

A disciplina da segurança ferroviária, estabelece uma diferenciação entre “Security”, na qual se constata que um acidente foi provocado e a área do “Safety” enquadrando um acidente como um ato indesejado e involuntário, assim no âmbito deste projeto, os dados de sinistralidade analisados enquadram-se na segunda área de atuação, e para os quais contribuem os acidentes em passagens de nível e os acidentes com pessoas colhidas por material circulante em movimento.

No que diz respeito ao objetivo de redução da sinistralidade nas instalações e operações ferroviárias, é necessário manter o compromisso de continuidade de um conjunto de ações visando a redução da sinistralidade nos atravessamentos legais e ilegais no caminho-de-ferro, com vista ao reforço a segurança ferroviária.

2.2 Infraestrutura Ferroviária

O movimento dos comboios é feito pelas linhas férreas, sendo estas constituídas por dois carris dispostos paralelamente e a uma distância designada de “bitola”, a sua configuração tridimensional, é representada no perfil transversal, perfil longitudinal, e perfil vertical onde se engloba o “Gabarit” do material circulante ou catenária quando exista. Nos tempos que correm, existem inúmeras linhas férreas dispersas por todo o mundo, onde circulam comboios de variadas características, confirmando assim a progressão constante deste setor, com níveis de extrema complexidade na gestão e ocupação das vias férreas, pelo material circulante em movimento.

A via durante vários anos, como consequências de baixas velocidades e reduzido tráfego ferroviário, os materiais de via eram os adequados à segurança dos comboios para a época, no entanto as infraestruturas ao longo da sua evolução, tem vindo a evoluir em resposta ao forte incremento de composições ferroviárias que permitem atingir velocidades elevadas e o aumento das cargas transportadas.

A via-férrea é um conjunto de elementos que serve de suporte e encaminhamento dos comboios, a sua constituição é distinguida em duas partes fundamentais, a primeira a infraestrutura formada pela plataforma, obras de arte, aterros, trincheiras e obras de drenagem, e a segunda superestrutura formada pelos carris, travessas, balastro, material de ligação e fixação.

2.3 Perfil Transversal da Via

A movimentação de material circulante nas infraestruturas ferroviárias, respeita um conjunto de especificações de interoperabilidade, normas de especialidade (via e geotécnica) estabelecendo as dimensões no plano transversal, tais como:

- A Bitola de uma via-férrea, sendo a distância entre faces interiores dos carris, e medida 15 mm abaixo do plano de rolamento. A sua classificação pode ser de via normal (bitola = 1435 mm), via larga (bitola =1668 mm) e via estreita (bitola inferior à normal)
- A Designação de entre-eixos, através do afastamento entre os eixos de duas vias contíguas medido na horizontal.
- O Gabarit de material circulante, que regula as dimensões máximas exteriores do material circulante, distinguindo-se dois tipos:
    - Gabarit de material estático define as dimensões máximas do material circulante em repouso. É ao gabarit estático que obedece a construção dos veículos e a formação das cargas dos veículos abertos.
    - Gabarit de material cinemático norma que regula as dimensões máximas ocupáveis pelo material circulante em movimento. Contempla as dimensões dos veículos, (laterais e verticais) e ainda o espaço de inscrição dos veículos em curva.
    - Gabarit de obstáculos - compreende o espaço mínimo ao longo da via obrigatoriamente livre de obstáculos. É este gabarit que define a distância mínima a considerar na implantação dos obstáculos ao longo da via (exemplos passagens Superiores) A distância aos obstáculos superiores à via, é medida na vertical, a partir do plano horizontal que passa pela mesa rolamento do carril mais alto.

No que se refere ao número de vias, as linhas férreas podem ser classificadas em:

- Via única- Linha com uma única via onde circulam veículos nos dois sentidos, Ascendente e Descendente.
- Via Dupla- Linha com duas vias. A esquerda para veículos Ascendentes, a direita para os Descendentes.

- Via Tripla – Linha com três vias. Aplica-se em secções da via com grande intensidade de tráfego, nestes casos a circulação normal dos comboios faz-se pelas vias exteriores e a via centra reservada aos comboios de marcha lenta, de forma a evitar os embaraços, que as frequentes ultrapassagens resultam para a circulação.
- Via Quadrupla - Em zonas de grande intensidade de tráfego podemos encontrar Linhas de 4 Vias, duas Ascendentes e duas Descendentes. Em cada sentido destina-se uma ao tráfego rápido (vias exteriores) e outra ao lento (vias internas).

Geograficamente, qualquer ponto de uma linha pode ser identificado pela respetiva localização quilométrica. A localização quilométrica de qualquer ponto via, ou simplesmente quilometragem indica, em quilómetros, a distância desse ponto à origem. Origem pode ser o início da linha ou o início da contagem dos quilómetros.

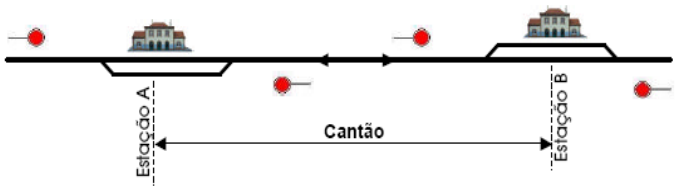
2.4 Sinalização e Telecomunicações

A sinalização ferroviária é constituída por sinais de figura, luminosos ou portáteis, inscritos em regulamentos, os quais definem os seus aspetos, os procedimentos que estes determinam, e as regras indispensáveis à segurança da circulação dos comboios. As comunicações utilizadas no comando e controlo da circulação, podem ser feitas com base:

- No equipamento GSM-P[i], são realizadas com utilização de um Terminal GSM-P Portátil a bordo da cabine ativa da unidade motora e um Terminal de Comunicação no CCO
- Rádio solo comboio - Trata-se de um sistema de comunicação, com gravação de voz, que permite a comunicação entre o Maquinista, o CCO e as Estações
- CONVEL - Sistema instalado a bordo dos comboios que recebe informação relevante de emissores colocados ao longo da linha. Este sistema, com capacidade de se sobrepor aos comandos do maquinista, é o garante do cumprimento de todas as regras de circulação nomeadamente do correto cumprimento da sinalização e das velocidades máximas

Associado aos sistemas de sinalização e telecomunicações, está o controlo e comando da circulação, pressupõe as noções básicas, de cantão, ou seja, troço de linha onde, em condições normais de exploração, só pode circular um comboio em cada momento, e o sistema de cantonamento, o qual garante que, a cada momento, cada cantão só é ocupado por um único comboio, podendo ser classificados:

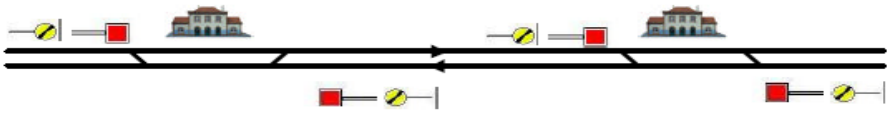
- Cantonamento telefónico (Figura 2-1) onde a circulação dos comboios se efetua por avanços entre estações, os chefes de estação pedem e/ou autorizam a ocupação do único cantão existente entre as suas dependências.



Fonte: Manual de Movimento Fernave

Figura 2-1 - Cantão em via única

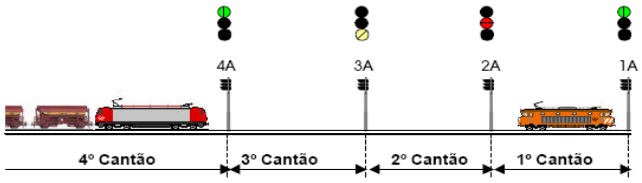
Cada linha só permite, em circunstâncias normais, a circulação num sentido.



Fonte: Manual de Movimento Fernave

Figura 2-2 - Via dupla sentido da circulação no cantão

- Cantonamento automático - A segurança da circulação é garantida pela existência de uma distância mínima entre comboios. O aspeto dos sinais altera-se automaticamente (Figura 2-3) pelo movimento dos próprios comboios.



- Fonte: Manual de Movimento Fernave

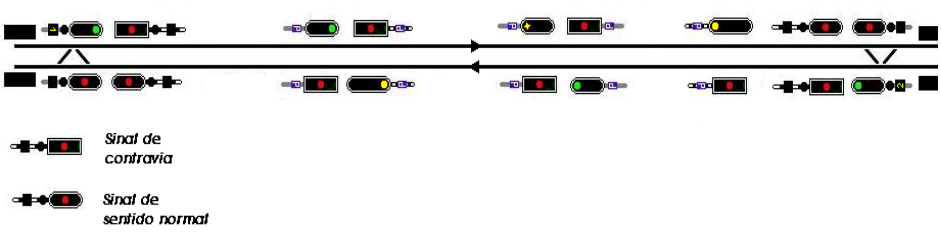
Figura 2-3 - Cantão no sistema automático

Sequência de aspetos dos sinais:

- **Vermelho** – **Amarelo** - **Verde**.
- **Vermelho** – **Amarelo** - **Duplo Amarelo** – **Verde**.

Continuam a ser as estações a comandar a circulação dos comboios.

- Bloco orientável - Existência de cantonamento automático em ambos os sentidos de circulação, a segurança é assegurada pelo software do próprio sistema, no qual foi introduzida a sinalização eletrónica e o telecomando (Figura 2-4). Esta evolução inteiramente associada ao aparecimento dos CTC (Comando de Tráfego Centralizado) permite que, pela primeira vez, o Posto de Comando comande efetivamente a circulação.



– Fonte: diagrama de sinalização da IP engenharia

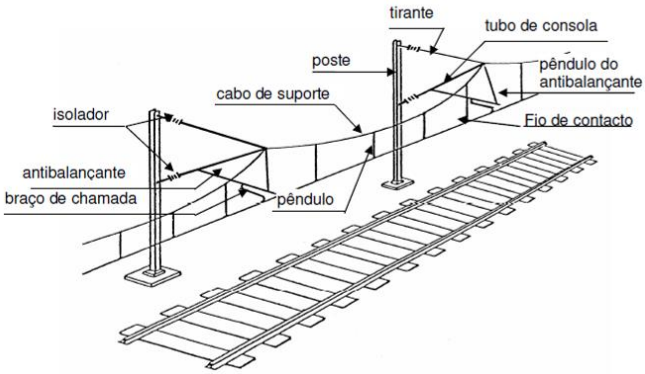
Figura 2-4 - sinalização no Bloco orientável

Existem outros dois tipos de cantonamento, o RES (regime de exploração simplificado) e o bastão piloto, muito pouco utilizados atualmente. A pressão do caminho-de-ferro sobre a ciência para a contínua evolução dos sistemas e procedimentos, será no futuro a batuta dos carros autónomos, pela simples razão da ocupação do espaço por um único veículo em movimento.

O contínuo crescimento da procura impulsiona a busca de novas soluções que permitam aumentar a capacidade das linhas e proporcionar melhores condições de segurança. O transporte ferroviário é percussor e, simultaneamente, aproveita a enorme evolução tecnológica ocorrida ao longo dos anos.

2.5 Eletrificação e Catenária

As vias eletrificadas dispõem de estrutura contínua de fornecimento de energia elétrica às unidades motoras, ao conjunto dos equipamentos de transporte (Figura 2-5) e fornecimento de energia (corrente de tração) às unidades motoras, atribui-se o nome de catenária.



– Fonte: Manual de catenária Fernave

Figura 2-5 - Estrutura da catenária

As linhas, troços de linha, ramais e concordâncias que se encontram eletrificadas, são desagregadas entre as linhas eletrificadas a 25 KV/50 Hz e as linhas com tensão contínua de 1500 V (linha de cascais).

2.6 Zonas de Segurança Ferroviária

A execução de um trabalho ou qualquer atividade que ocorra, ou tenha a possibilidade de vir a ocorrer, na via-férrea ou nas zonas contíguas, deve obedecer a um conjunto de regras de segurança estabelecidas em regulamento interno[ii] do gestor de Infraestruturas (Figura 2-6), as zonas podem ser classificadas em zonas de perigo de atropelamento ou electrocução.

Zona de risco - A: Zona a considerar no âmbito do risco de atropelamento e choque de circulações ferroviárias com pessoas, equipamento e materiais. Esta zona é definida como o espaço tridimensional circundante das infraestruturas ferroviárias limitado pela plataforma da via e pelas superfícies geradas pelas distâncias de segurança (Quadro 2-1) d2, d3 e d4 em vias múltiplas e d2 e d3 em vias únicas. Decompõe-se em tantas zonas A quantas as vias existentes.

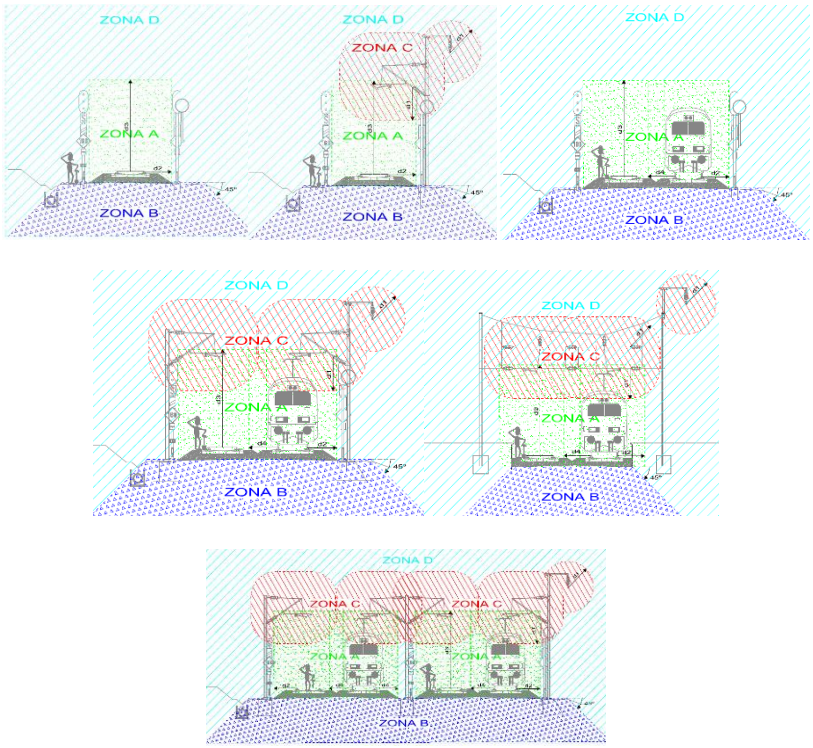
Zona de risco - B: É a zona a considerar no âmbito do risco de instabilização da via-férrea. Esta zona é definida como espaço tridimensional limitado, superiormente, pela plataforma da via e, lateralmente, pelas superfícies dos taludes de aterro ou, na sua ausência, por superfícies imaginárias inclinadas a 45º, com origem nas arestas da plataforma.

Zona de risco - C: É a zona a considerar no âmbito do risco de electrocução associado aos componentes do sistema de catenária e feeders. Esta zona é definida como o espaço tridimensional circundante das instalações fixas de tração elétrica limitado pelas superfícies geradas pela distância de segurança d1. Decompõe-se em tantas zonas C quantas as catenárias e os feeders eletricamente separados, existirem.

Zona de risco - D: É toda a zona envolvente da infraestrutura ferroviária em que se deva considerar a possibilidade de invasão das zonas de risco A, B ou C. Esta zona é definida como o espaço tridimensional circundante das infraestruturas ferroviárias, limitado interiormente pelas zonas de risco A, B e C.

Distância[1]	Intervalos de Velocidades		
	I	II	III
	V ≤ 80 km/h	80 < V ≤ 160 km/h	V > 160 km/h
d1 (m)[2]	2,0	2,0	2,0
d2 (m)	1,2	2,0	2,5
d3 (m)[3]	6,0	6,0	6,0
d4 (m)	0,95	2,0	2,5

Quadro 2-1 - Distâncias de segurança por intervalos de velocidades – fonte: IET 77



– Fonte: Adaptado da IET 77

Figura 2-6 - Esquemas das zonas de segurança para trabalhos na via-férrea

2.7 Espaço do caminho-de-ferro e os confinantes

O relacionamento no espaço, entre o domínio publico ferroviário com terceiros, obedece a um conjunto de regras estabelecidas no regulamento de exploração e policia dos caminhos-de-ferro e outros regulamentos, com especial destaque para a área non aedificandi definida por uma faixa ao longo da via que, por decreto do Governo, e está reservada a futura expansão do caminho-de-ferro e onde é proibido construir, com especial destaque para:

- Fora dos locais próprios, as pessoas estranhas ao caminho-de-ferro só podem atravessar ou transitar na linha desde que possuam autorização de trânsito e ou licença de atravessamento, emitidas pelo gestor da infraestrutura ferroviária.
- É proibido aos proprietários confinantes com o caminho-de-ferro ou estranhos a este fazerem:
    - Construções em *"Área non Aedificandi".*
    - Construções ou plantações de árvores a menos de 10 metros, com exceção de muros, sebes, grades ou outras obras destinadas a vedar o terreno que podem ser feitas pela extrema.
    - Colocação de postes a menos de 5 metros.
    - Barracas de colmo ou medas de palha a menos de 5 metros, exceto no tempo das ceifas e pelo tempo indispensável.
    - Explorações mineiras ou subterrâneas desde que possam afetar a segurança das circulações.
    - Escavações numa zona de largura igual à altura vertical do aterro quando este se eleve a mais de 3 metros acima do terreno natural.

Área non aedificandi é uma faixa ao longo da via que, por decreto do Governo, está reservada a futura expansão do Caminho-de-ferro e onde é proibido construir, com base nos condicionalismos citados e outros, pode-se resumir:

a) Vedações
    - Todas as vedações (sebes, muros, redes, etc.) podem ser feitas pela extrema, delimitada.
    - Não há limites de altura a não ser os que resultam da necessidade de garantir as condições de visibilidade da sinalização por parte dos maquinistas e dos comboios por parte dos utentes das PN
- A implementação de vedações em Portugal, está regulada através das normas e especificações estabelecidas em zonas urbanas[iii] e em zonas rurais[iv]

b) Construções
    - Qualquer confinante antes de construir (muro de suporte, casa, garagem, armazém, via de comunicação, etc.) deve:

Pedir à Infraestruturas de Portugal a delimitação do prédio (caso não tenha).

2.8 Passagens de Nível

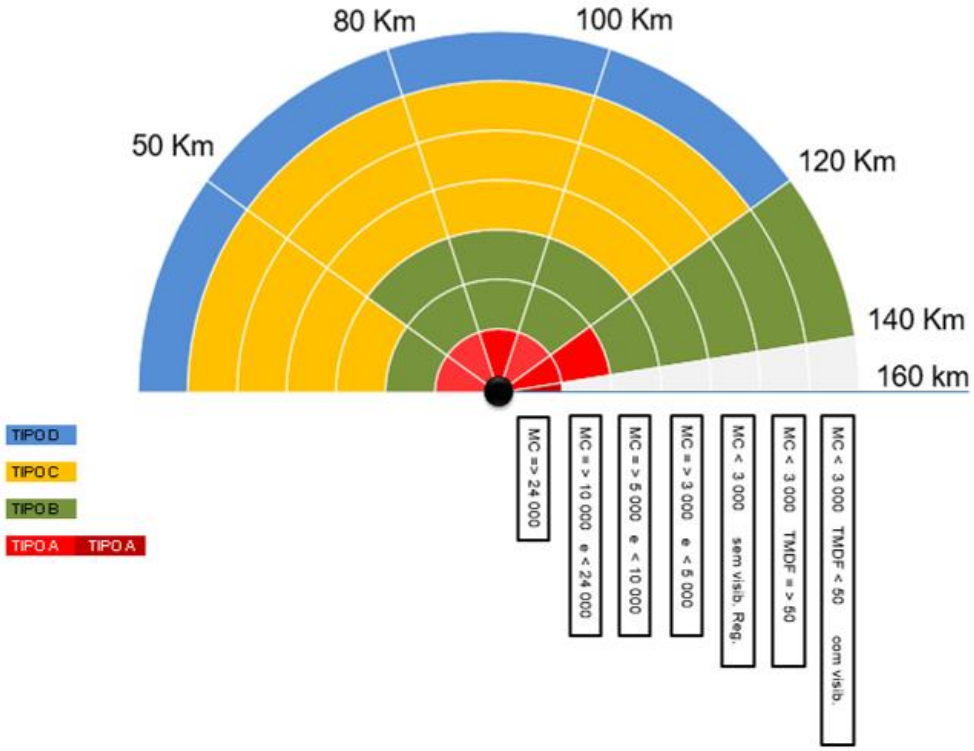
Entende-se por Passagem de Nível “todo o cruzamento de nível da via publica ou privada com as linhas ou ramais ferroviários” (Dec. Lei no 568/99 de 23 de dezembro). As PN representam sempre um perigo potencial para o tráfego rodoviário/pedonal e ferroviário, razão pela qual tem vindo a ser suprimidas e substituídas por passagens desniveladas. Em 1983 havia na Rede Ferroviária 7514 PN, a 31 de dezembro de 1999 existiam em serviço cerca de 2494 PN, nas linhas com circulação de comboios, continuando em curso o programa de substituição, atualmente existem 839 passagens de nível em troços com exploração.

Em função do tipo de serviço que prestam, as passagens de nível podem ser:

a) Particulares - Quando destinadas ao uso exclusivo de prédios vizinhos do caminho-de-ferro, mediante licença. Estas PN são dotadas de barreiras fechadas a cadeado, sendo a respetiva abertura, utilização, manutenção e segurança da responsabilidade do Concessionário
b) Públicas - Todas as restantes (destinadas ao serviço publico). A sua tipologia oscila consoante as características do tráfego rodoviário e ferroviário, as características da linha e a visibilidade, as PN públicas podem ser:
    - Tipo A – PN guardada ou automatizada com sinalização luminosa, acústica e meias barreiras, funcionando à aproximação de comboios.
    - Tipo B – PN guardada ou automatizada com sinalização luminosa, acústica e meias barreiras, funcionando à aproximação de comboios.
    - Tipo C – PN guardada ou automatizada com sinalização luminosa e acústica funcionando à aproximação de comboios.
    - Tipo D – PN sem guarda e com visibilidade regulamentar (Figura 2-8)
    - Peões – PN para uso exclusivo de pessoas a pé. Equipada com tabuletas PARE, ESCUTE E OLHE, podendo estar dotada de labirinto e de sinalização luminosa e acústica funcionando à aproximação de comboios.

Nos troços em que a velocidade seja superior a 140 Km/h não é permitida a existência de PN, a não ser por tempo, limitado previamente fixado e que seja adotado o regime especial de segurança de acordo com o nº 8 do Art.º 12º do RPN, não podendo em caso algum ser ultrapassado o limite de 160 Km/h (Figura 2-7).

O momento de circulação duma passagem de nível (MC) - entende-se como o produto do número médio diário de circulações ferroviárias (TMDf) no período de funcionamento da via-férrea, pelo número médio de veículos rodoviários (TMDr) expresso em unidades de veículos ligeiros equivalentes (UVLE), que atravessam a PN naquele período.



Fonte: Adaptado do DL 568/99 de 23 de Dezembro

Figura 2-7 - Classificação das PN conforme o DL 568/99 de 23 de dezembro de 1999

Tráfego médio diário rodoviário (TMDr) – O cálculo dos veículos equivalentes (UVLE), os valores dos coeficientes de conversão, não podem ser inferiores a:

a) Carros + carrinhas = 1

b) Pesados sem reboque + veículos agrícolas ligeiros + veículos agrícolas pesados = 3

c) Pesados com reboque = 4

d) Autocarros = 2

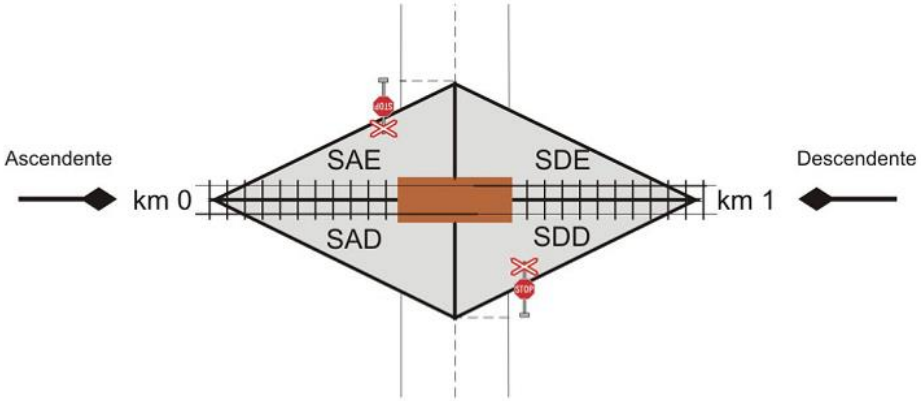
e) Motocicletas + bicicletas = 0,3

TMDr = (O somatório das diferentes classes e tipos de veículos ponderados x 13,5) x 60 minutos / tempo de contagem em minutos, este valor é determinado com base nos resultados de uma contagem realizada num período de uma semana e posteriormente dividida por 7 dias.

MC – é o resultado da seguinte fórmula:
O **MC** = TMDr X TMDf

O número médio diário de peões – NMDp, não entra para o cálculo do MC.

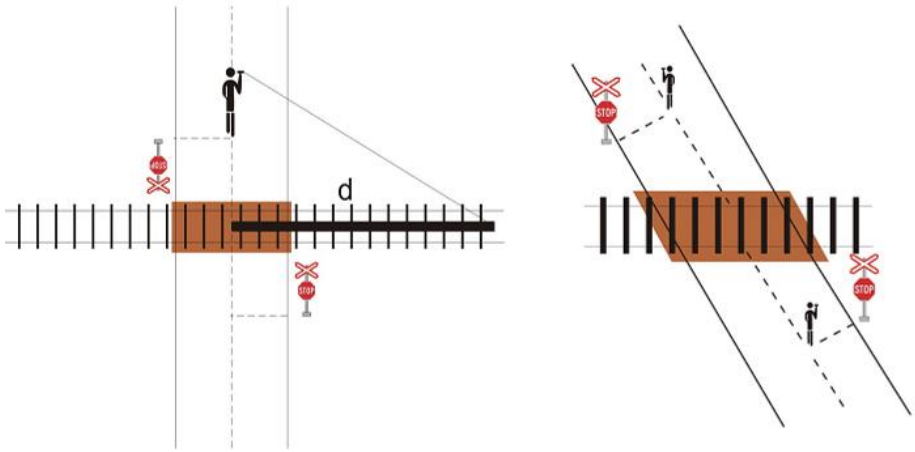
Visibilidade regulamentar (Figura 2-8) = **3,5 * Velocidade em TVM** *(existindo convencional e pendular deverá selecionar a maior delas) - Adaptado o texto do autor Eng. António Castanheira das Infraestruturas de Portugal*



- Fonte: imagem de Arq.º Pedro Jones (IP)

Figura 2-8 – Esquema do Triângulo de visibilidade em PN

A distância de visibilidade (ou simplesmente visibilidade) numa PN é a maior extensão, medida ao longo da via-férrea, a que o condutor de um veículo (Figura 2-9) que se prepara para atravessar a PN, localizado junto ao sinal rodoviário da mesma, consegue avistar continuamente uma composição ferroviária que se aproxima.



- Fonte: imagem de Arq.º Pedro Jones (IP)

Figura 2-9 - Ponto de Observação

3 CRUZAMENTO DA VIA FERREA

3.1 A problemática dos acidentes nos atravessamentos

Os acidentes com pessoas devido ao atravessamento da ferrovia, tem sido infelizmente um dos maiores flagelos da histórica do caminho-de-ferro, com especial incidência nos países desenvolvidos. A ocorrência deste fenómeno no nosso país não foge a esta regra e o número tem sido superior aos números apresentados por outros países da europa. Estas tipologias de acidente ferroviário têm vindo a tornar-se um dos mais complexos problemas de resolver e média na união europeia morrem todos os anos cerca de 800 pessoas.

Existem muitas razões para justificar esta tipologia de acidente: a incúria, aumento da população na proximidade do caminho-de-ferro, onde o nível de vida moderna obriga a maior número de deslocações individuais, as limitações fisiológicas e emocionais do homem atual para viver em segurança num ambiente cada vez mais mecanizado e digital. Outro aspeto é o crescimento de muitas das nossas cidades, apesar de este ocorrer na era do caminho-de-ferro, não foi acompanhado dos devidos cuidados e assiste-se um pouco por todo o lado a um desfasamento do MEIO em relação ao AMBIENTE.

O entendimento perfeito do problema, no entanto, é essencial para que nas soluções a preconizar se tomem em linha de conta todos os fatores que contribuem para o acidente ferroviário por intrusão. Dada a complexidade e variedade de fatores é óbvio que a tarefa de preconizar soluções efetivas terá de ser um trabalho de equipa, onde estejam presentes as autoridades nacionais (legisladores, reguladores, autoridades policiais, equipas de emergência) associações locais representativas de grupos dos cidadãos, escolas (professores e alunos) e os órgãos de comunicação social, engenheiros do território e urbanismo, e os utentes.

3.2 Disposições Legais

Os atravessamentos da via-férrea, podem ser designados por:

a) Passagens de nível (PN) - *"o cruzamento de nível (*Figura 3-1*) da via pública ou privada com linhas ou ramais ferroviários, sendo públicas as PN situadas em vias do domínio público ou em vias do domínio privado quando abertas ao trânsito público".* – Conforme o Artigo 1º do Regulamento aprovado pelo DL nº568/99, de 23 de dezembro;

Figura 3-1 -Passagem de Nível

b) Atravessamento entre cais (ATV) inseridos em estações ou apeadeiros (Figura 3-2), e destinado exclusivamente ao embarque e desembarque de passageiros (sendo as áreas destinadas a permanência e trânsito dos utentes nos átrios de acesso às bilheteiras, as salas de espera existentes nas estações, os cais de embarque e desembarque e as passagens de nível existentes).

O artigo 20.º, n. º1, al. b), do citado DL n.º 276/2003, de 4/11, permite "***o atravessamento, a circulação e o estacionamento nas estações e apeadeiros, quando necessários para a utilização de comboios*"**, desde que observadas "***as indicações dos agentes ferroviários em serviço e cumpridas ainda todas as regras de segurança impostas pelas circunstâncias***".

O artigo 22.º do mesmo diploma legal estabelece as regras a observar, dispondo, no que diz respeito ao atravessamento da via-férrea, na sua alínea a), que "***O atravessamento, a circulação e o estacionamento previstos na alínea b) do n.º 1 do artigo 20.º estão sujeitos às seguintes regras: a) Os peões e os condutores de veículos ou de animais devem obediência rigorosa à sinalização existente e aos avisos afixados, bem como às indicações dos agentes ferroviários em serviço, devendo apenas efetuar o atravessamento ou circular sobre a via-férrea quando possam assegurar-se da inexistência de perigo*"**.

O atravessamento das linhas férreas em manifesto desrespeito pelo preceituado nos artigos 20.º, n.º1, al. b) e 22.º, al. a) do Regulamento aprovado pelo DL nº 276/03, de 4 de Novembro (que estabelece o regime jurídico dos bens do domínio público ferroviário, incluindo as regras sobre a sua utilização e, bem assim, as regras aplicáveis às relações da população em geral com aqueles bens).
A circulação em estações e apeadeiros em violação do disposto no citado artigo 22.º constitui contraordenação prevista e punível pelo art.º 34.º n.º 1, al. e) do mesmo diploma legal.

Figura 3-2 - Atravessamento entre cais (ATV)

c) Atravessamentos Ilegais ou não autorizados (Figura 3-3), prescreve o artigo 19º, nº1 do citado Regulamento aprovado pelo DL nº 276/2013, de 4 de novembro, que *"Nenhuma pessoa estranha ao serviço pode transitar pelas linhas, estacionar nelas ou atravessá-las, a não ser que esteja munida de autorização de trânsito ou de licença de atravessamento"*

Figura 3-3 – "Trespassing" em Plena Via

No que respeita à vedação da via-férrea, o art. 17º, 1, do Regulamento de Exploração e Polícia dos Caminhos de Ferro, aprovado pelo Dec. Lei nº 39.780, de 21-08-1954, com alterações posteriores através do DL 276/2003, estatui que «*o terreno de caminho-de-ferro tem que ser vedado pela empresa, sempre que a segurança pública o exija*».

Estamos em face de uma norma aberta, cujo conteúdo tem de ser preenchido caso a caso, em conformidade com as concretas exigências da «segurança pública». A legislação não prevê um critério de segurança quase absoluta, como sucede relativamente às autoestradas, em que a vedação é exigível em todos os casos (Figura 3-4).

Figura 3-4 - Ferrovia versus Autoestrada

3.3 Fatores de risco nos Atravessamentos de nível

O comportamento dos Seres Humanos, em especial quando se movimentam a pé, são descritos, classificados e muitas vezes justificados pela sua liberdade, mas essa liberdade requer disciplina, impondo limitações temporais. No entanto a capacidade dos Seres Humanos de alterar a qualquer momento a direção colide com um sistema complexo como o ferroviário, que tornam a vida humana num alvo frágil face ao peso (toneladas) de um comboio.

Em termos comparativo, algumas campanhas de sensibilização ferroviária, associam o embate entre um veículo ferroviário e um veículo rodoviário, equivalente ao peso de um elefante (comboio) ao pisar uma lata de coca-cola (carro - veículo ligeiro). Quando se substitui os veículos rodoviários por pessoas, os danos são ainda maiores, culminado em vítimas mortais ou feridos graves com consequências marcantes para o resto das suas vidas.

As caraterísticas geométricas de muitas das linhas de caminhos-de-ferro alteraram-se e foram incapazes de proporcionar a segurança inerente a uma boa infraestrutura. Em grande parte, isto deve-se a um desfasamento da evolução das operações ferroviárias, nomeadamente no que se refere ao aumento de velocidades, cargas, frequências e configurações das estações conjugadas com os novos comboios.

Seria fácil de resolver o problema dos acidentes ferroviários se a infraestrutura fosse a única responsável. A infraestrutura ferroviária é um meio estático cuja utilização é feita por diferentes circulações ferroviárias, diferentes caraterísticas e diferentes potencialidades.

A consciencialização de que o perigo pode espreitar a todo o momento é um objetivo que tem de ser atingido. Não é só com o auxílio da polícia ferroviária ou os gestores das infraestruturas que o problema se resolve. A origem do problema tem de ser combatida, e é por isso que as campanhas educativas são absolutamente necessárias, a começar principalmente nas escolas onde a preparação para a vida começa, e onde a criança peão hoje, venha a ser potencial peão consciente de amanhã.

O transporte é um instrumento indispensável á vida moderna, mas é preciso ensinar a respeitar as regras em benefício próprio e não menosprezar a sua existência em prejuízo da própria vida. Muitos mais aliás se pode dizer acerca do comportamento humano e do significado que ele tem para este número de acidentes no atravessamento da via-férrea. Embora todos nós saibamos pela proximidade do caminho-de-ferro os erros que cometemos. O que é facto é que por vezes não nos apercebemos dos riscos associados aos nossos comportamentos.

Considerando que o potencial erro humano não justifica um castigo tão severo como a morte ou incapacidade vitalícia, todos os intervenientes devem ter consciência das suas responsabilidades e ações a realizar para evitar que qualquer Ser Humano se exponha a estes riscos.

A lei que regula os atravessamentos de nível, quando autorizados pelos gestores das Infraestruturas Ferroviárias, estabelece elevados patamares de segurança, de proteção e aviso na aproximação dos comboios, no entanto não impõe distâncias mínimas de visibilidade nem restrições de velocidade inferiores a 140km/h na circulação de comboios em atravessamentos de nível exclusivo a peões não automatizados.

Este aspeto de enorme importância e omisso nos atravessamentos de nível para uso exclusivo de peões, agrava-se nos locais de “Trespassing” onde as caraterísticas da própria via-férrea (balastro, fixações, distância entrevia e zona de segurança) não favorece a sua transposição, agravando os tempos de atravessamento das pessoas, onde o seu estádio de mobilidade varia ao longo da vida, onde na fase juvenil se consegue percorrer 1,6 m/s, mas que na parte final das nossas vidas essa

velocidade é reduzida para cerca de 0,8 m/s, onde muitos dos utilizadores criaram hábitos e afirmam que realizam o atravessamento da via-férrea à vários anos, este erro mental do utilizador ”onde a sua idade já não é a mesma, nem os comboios são os que eram”, expõem-nos a um risco muito elevado de colhida por material circulante em movimento.

Nesse sentido, e tendo uma visão de melhoria continua, várias organizações ligadas as infraestruturas e operações ferroviárias se dedicam à problemática dos atravessamentos de nível, têm vindo a observar, compreender e implementar novas ações de mitigação de riscos nos atravessamentos da via-férrea.

O desenvolvimento de ferramentas de análise de risco possibilitou uma nova visão da magnitude do risco, todas elas comportam na sua base quantitativa o produto dos fatores do risco para a infraestrutura ferroviária, o fator de risco da sua exposição e o facto de risco das consequências.

A Austrália utiliza o modelo de avaliação de risco - ALCAM desenvolvido desde 2002, tendo sido alvo de várias revisões. Portugal em 2008, após participar no oitavo simpósio de passagens de nível realizado em Paris, iniciou o desenvolvimento de uma ferramenta de risco contratando para o efeito uma empresa de consultoria Arthur d’ Litlle, pela sua experiência comprovada na NETWORK-railway infraestruturas do Reino Unido, permitindo elevar o conhecimento e perceção do risco nas passagens de nível, o que até à data não existia, nomeadamente compreender os fatores de risco e as suas consequências. Estes modelos de análise de risco estão assentes em três componentes separados: (i) o modelo de infraestrutura, (ii) o modelo de exposição e (iii) o modelo de consequência. Quando combinados, esses três componentes produzem uma pontuação de risco única para cada passagem de nível.

Esta ferramenta pode ser utilizada para:

- Quantificar a probabilidade de um acidente
- Quantificar as consequências esperadas de um acidente
- Comparar o risco relativo entre cruzamentos dentro da rede ferroviária por troços, por distritos e concelhos
- Realizar uma análise de custo-benefício de quaisquer mitigações de riscos
- Destacar onde existem riscos ou deficiências específicas
- Modelar o efeito de tratamentos com boa relação custo-benefício para lidar com esses riscos.

Embora seja uma ferramenta abrangente para a avaliação de riscos do cruzamento de nível, esta ferramenta não pode ser aplicada isoladamente e não exclui a necessidade de outros elementos. A avaliação e o tratamento de risco também devem considerar outros fatores, nomeadamente:

- Histórico de colisão e colisão eminente
- Experiência em engenharia (ferroviária e rodoviária)
- Conhecimento local dos comportamentos dos seus utilizadores
- Avaliação social e econômica
- Padrões e melhores práticas internacionais.

As ferramentas de análise de risco não fornecem garantias para as atualizações nas caraterísticas das passagens de nível, ou definir um nível de risco seguro ou aceitável, permitem padronizar os atravessamentos existentes, e servem exclusivamente de apoio á tomada de decisão.
Todas as ferramentas de análise de risco dos atravessamentos de nível, têm como objetivo a padronização dos processos, suportados por dados de caraterização tais como: (i) volumes do trafego rodoviário/pedonal e trafego ferroviário, (ii) o número de vias que atravessam, (iii) velocidades praticadas pelos comboios, (iv) proximidades de locais de paragem dos comboios (estações, outros locais de cruzamento em via única).

Estes dados de caracterização traduzem-se subsequentemente a num aumento dos tempos de anúncio da sinalização luminosa e sonora e a indisponibilidade do atravessamento, transferindo para o utilizador a decisão, semelhante a um gatilho da sua própria segurança, balanceado com a sua (im) paciência temporal, e sob a pressão da vida moderna (podendo ser influenciado pelo comportamento de outros indivíduos), ou involuntariamente associado à distração devido a novos dispositivos e utensílios tecnológicos (telemóveis, auriculares), que os tornam alheios aos princípios básicos de segurança como utentes da via ferroviária e os expõem a perigos à sua integridade física e mental, pela presença e interação de sistemas ferroviários também eles modernos e avançados, com uma complexidade superior, especialmente em caso de alterações à normal gestão da circulação, com a circulação de comboios a praticar diferentes velocidades, e também o facto de a infraestrutura ferroviária ter sido renovada, por exemplo, com a aplicação de carril de barra longa e novos mecanismo de fixação que tornam os comboios mais silenciosos.
Os principais fatores de riscos associados aos comportamentos humanos, são idênticos tanto para os atravessamentos de nível legais, como para os atravessamentos de nível não autorizados.
Segundo um estudo da Arthur d' Litlle em 2009, realizado no âmbito das passagens de nível requerido pelas infraestruturas ferroviárias, esses riscos para os utilizadores que realizam atravessamentos de nível a pé são:

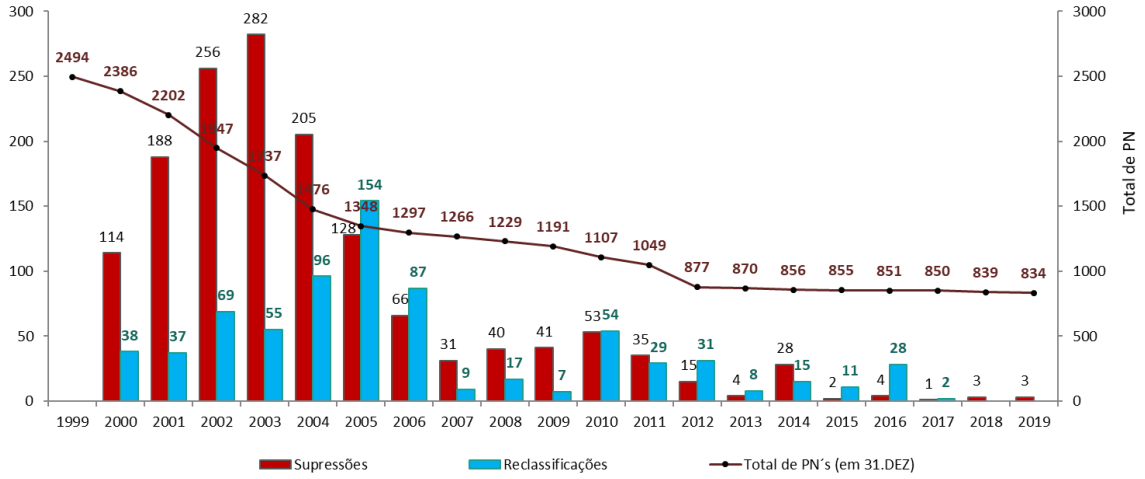
(i) **Vê e tentar passar** (falha de perceção da velocidade dos comboios, ações comportamentais de euforia na decisão de atravessar, destreza física do utilizador);
(ii) **Procura ver mas não consegue** por dificuldades de visibilidade (nevoeiro, zona de via férrea em curva, tempo mínimo para realizar o atravessamento a pé em segurança);
(iii) **Segundo comboio** (atravessamento de múltiplas vias férreas);

Elevada quantidade de pessoas vulneráveis (crianças e idosos ou pessoas com mobilidade condicionada), prisão ou bloqueio (potencial pelotão) associados às caraterísticas dos pavimentos e suas larguras.

3.4 Sinistralidade em Portugal nos atravessamentos de nível

Ao longo dos últimos 20 anos, toda a gestão dos atravessamentos ferroviários teve como principal abordagem, uma célebre frase americana "The safest grade crossing is one that doesn't exist" [v], assim o foco principal é a sua eliminação por estes serem considerados como uma das componentes

mais perturbadoras do sistema de exploração ferroviária, são também pontos de conflito geradores de permanente insegurança, no entanto é notório o esforço em Portugal na sua redução em termos quantitativos (Figura 3-5), não só em termos de ativos assim como na redução das consequências para a vida humana resultantes de acidentes, mas terá esta abordagem melhorado a sua acessibilidade diária das vida das pessoas, ou influenciando e alterado o seu modo de transporte (pedonal para o transporte individual).



- Fonte: Dados das Infraestruturas de Portugal

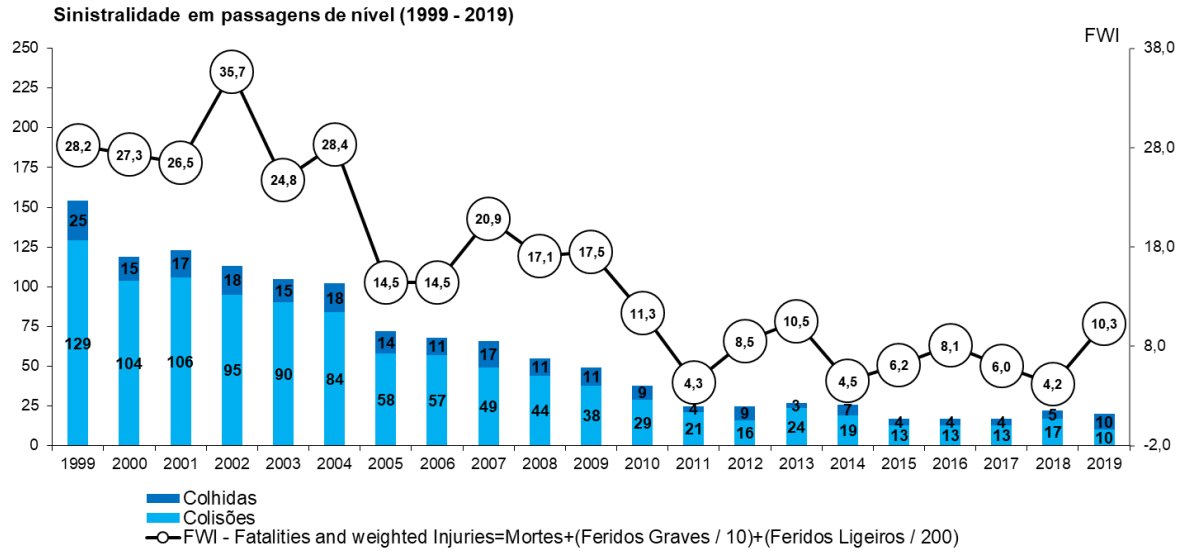
Figura 3-5 -Evolução do número de PN nas linhas com Exploração

No entanto e mais recentemente a separação do rumo inicial de grandes números de supressões e reclassificações de atravessamentos, estagnou e inexplicavelmente esta paragem de investimento traduziu-se num objetivo de redução da sinistralidade, O sucesso da estratégia aplicada (Figura 3-6) é hoje visível face aos resultados alcançados: Os 27 acidentes registados nas PN em 2013 foram inferiores à meta fixada para 2015 nas Orientações Estratégicas para o Setor Ferroviário (redução de 60% do número de acidentes, tendo por referência os 72 acidentes ocorridos em 2005), e para 2020 uma redução de 40% dessa sinistralidade face a 2013, isto é, menos de 17 acidentes, o que até 31 de dezembro de 2017 tinha sido antecipado, e consolidando, o cumprimento dos objetivos estabelecidos.

Este fato, origina algumas questões: - a redução do número de atravessamentos de nível, associado ao seu volume de tráfego, está na base desta estratégia? - Terão as pessoas adotado um novo comportamento (encurtando distâncias e poupando o seu esforço energético por via pedonal) e adotado outro modo de transporte? - Terão os gestores das instalações e operações, maiores níveis de vigilância em reflexo da sua abordagem a esta problemática? – Terá a sinistralidade em PN, canalizada para os atravessamentos não autorizados?

É certo que, existe uma grande frequência de acidentes (Figura 3-6) com pessoas das quais resultam vítimas mortais e ferimentos graves devido ao atravessamento autorizado, as consequências humanas e econômicas com altos impactos em toda a sociedade. Além disso causam atrasos à

circulação de comboios importantes, bem como trauma e stress para os agentes ferroviários e desconforto para os passageiros.



Fonte: Dados das Infraestruturas de Portugal

Figura 3-6 - Evolução da Sinistralidade em Passagens de nível

É provável que haja diferentes maneiras de chegar a soluções para os problemas de intrusão no domínio público ferroviário, alguns especialistas preferem uma investigação que permita entender completamente o problema, em seguida, resolve-lo de certa maneira. Outros partem de uma perspetiva mais orientada para a solução e preferem consultar uma lista de medidas (melhores práticas) para possíveis ideias de intervenção, ambas as abordagens têm legitimidade dependendo apenas do nível de experiência do utilizador final, necessidades praticas ou preferências individuais.

3.5 As motivações do "Trespassing"

Em muitos Países têm-se realizado inquéritos às pessoas que praticam os atravessamentos de nível não autorizados e a maioria das respostas vão no sentido do encurtar a distância. O atravessamento de nível num determinado local é simplesmente um atalho (Anne Silla, 2012).

A maioria (90%) dos acidentes nos atravessamentos em locais não autorizados são classificados por "colhida de pessoas pelo material circulante em movimento", e 10 % são devidos a quedas e escorregamentos na via-férrea.

As consequências dos atravessamentos ilegais da ferrovia são mesuráveis, existem registos na maior parte dos países. No entanto, se estes riscos nas passagens de nível podem ser controlados, o mesmo não acontece nos locais onde se realizam atravessamentos não autorizados.

Considerando que estas ferramentas de análise de risco são muito reativas ao nível do número de utilizadores e frequências de comboios, o que no caso de passagens de nível e atravessamentos

entre plataformas, facilmente se obtém contagens num intervalo de tempo, sendo obrigatório a sua realização no máximo de 5 anos em 5 anos, nos atravessamentos não autorizados, estes apresentam caraterísticas de utilização muito distintas e a sua contabilização não é realizada, desconhecendo-se por completo o número de indivíduos que realizam “Trespassing” diariamente na via-férrea, logo estas ferramentas de análise de risco não podem ser aplicadas.

No comportamento social (Figura 3-7), os jovens vêm nos exemplos dos adultos, o que os adultos fazem as crianças imitam, é assim também com os irmãos e os primos.

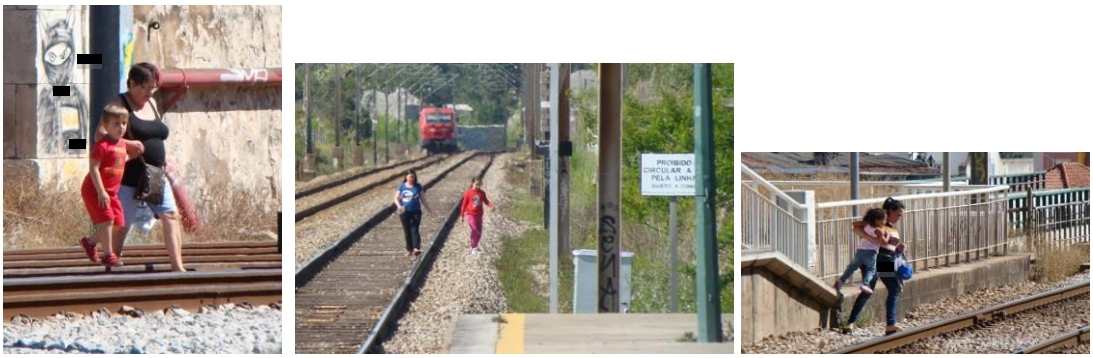


Figura 3-7 – Comportamentos exemplificativos de “Trespassing”

O atravessamento de nível não autorizado ocorre em espaços temporais específicos, onde os seus utilizadores pela natureza do ato ilegal, têm um comportamento idêntico ao jogo do gato e do rato (Figura 3-8), estes são realizados numa extensão de via-férrea alargada, o que permite alterar os locais de atravessamento ilegais com uma dinâmica muito complexa de mitigar, somando ainda a estes factos principais a sazonalidade dos mesmos e a motivação do atravessamento assim como a permanência no interior da zona de risco A.

Figura 3-8 - Tipologia de “Trespassing”

À semelhança das impressões digitais deixadas pelo Homem, marcas idênticas são deixadas no balastro, em muitos casos deixando a via descalça, pela elevada utilização pedonal. Estas intrusões, em muitos casos, devem-se à proximidade de espaços para realização de feiras ambulantes, caminhadas de peregrinos, espetáculos lúdicos, zonas de praia, áreas comerciais, acessos a fábricas, áreas rurais para a prática da agricultura, no limite para passagem de animais de pasto.

Os riscos para a gestão da circulação ferroviária, são de carater disruptivo, a ocorrência de um acidente por colhida de um individuo por material circulante, resulta numa ineficiência do sistema de

exploração, com elevados tempos de indisponibilidade do canal ferroviário, sendo este facto agravado quando a ocorrência se verifica numa linha de via única. Contudo os atrasos muitas vezes aparentam ser insignificantes na gestão da via ferroviária, devido à baixa frequência de comboios, no entanto quando estes atrasos são ao nível do transporte de mercadorias, a importância no processo logístico, traduz-se em enormes perdas para os clientes.

As alterações no sistema de cantonamento, imposto pela sinalização e número de vias, onde no caso da via única, obriga a eventuais alterações de cruzamentos e ultrapassagem de comboios em estações que o permitam fazer, em face do seu dimensionamento, no caso de Portugal as anormalidades na circulação, podem resultar em congestionamentos em plena via quando algumas linhas receberem comboios com 750 metros (Figura 3-9).

Figura 3-9 - Comboios com 750 metros

No caso da via dupla, a interrupção de uma via, exige a alteração de cantonamento automático puro para cantonamento telefónico, onde não poderão permanecer dois comboios em simultâneo no mesmo cantão, ou seja numa extensão de via entre duas estações para onde foi expedido o comboio, sob o risco de poderem colidir só podendo circular um único comboio, obriga o guarnecimento das estações, onde hoje em dia cada vez existem menos funcionários.

No caso de via quadrupla, as alterações à circulação podem causar comportamentos inesperados nos utilizadores, que no caso de uma estação, por ausência de informação em tempo útil, ao verem um comboio no sentido que habitualmente observam, julgando ser o seu, e os levará mais perto do seu destino, entrar noutra plataforma diferente da que se encontram, podem entrar num frenesim e levando-os a atravessar as linhas, saltando de plataforma em plataforma. Este comportamento é o mais comum de “Trespassing” em estação, no caso da linha de cintura (Sete-Rios-Areeiro), Sintra (Cacem e Benfica), linha do Norte (Braço de Prata – Alverca) e seis vias na linha do Minho (Porto campanha - Contumil).

A grande parte dos gestores de infraestruturas ferroviárias concordam que os fatores humanos devem ser identificados como uma questão importante para melhorar a segurança (Figura 3-10), e aceitam que a avaliação e a procura de soluções para questões relacionadas com fatores humanos no atravessamento da via-férrea, são consideradas essenciais.

Figura 3-10 - Zonas de "Trespassing" em plena via e estação

Os fatores humanos que causam ou contribuem para acidentes devem ser colocados no centro das ações para melhorar a segurança nos atravessamentos de nível. Para esse fim, é necessário o desenvolvimento de uma estrutura de dados padronizada, para análise de fatores humanos, viabilizando dessa forma uma nova perspetiva dos acidentes em termos de fatores humanos.

A investigação na identificação de fatores humanos causadores de acidentes deveria ser obrigatória para os órgãos de investigação de acidentes, suportada por modelos de fatores humanos para a respetiva análise desses mesmos acidentes, de forma a permitir derivar ações de mitigação adequadas, o que não acontece atualmente.

Por outro lado, será necessário fortalecer os conhecimentos especializados sobre fatores humanos, em particular no âmbito de uma investigação, a procura de soluções de baixo custo para tratar dados relativos a fatores humanos, a distinção entre os utilizadores num cruzamento da via-férrea de maneira inequívoca, considerando os diferentes recursos e as características de cada grupo de utilizadores.

É imprescindível a concentração nos fatores humanos empiricamente fundamentados ao desenvolver soluções tecnológicas para melhorar a segurança nos atravessamentos e compartilhar bons conhecimentos e boas práticas. Culminando no estabelecimento de critérios de avaliação de uma solução e entender se as melhorias em termos de segurança foram alcançadas.

3.6 Tipologias de barreiras físicas

A densidade populacional embora tenha um papel preponderante na importância dos acidentes por colhidas por material circulante em movimento, existe um outro fator associado a esta incúria dos indivíduos, a extensão de barreiras construídas para inibir esta invasão e o grau de segurança e vigilância da rede ferroviária.

Associado a esta imensa extensão de rede ferroviária, estão zonas rurais e zonas urbanas (Figura 3-11), a gestão da rede ferroviária pretende ver o seu espaço vedado, e realizá-lo da melhor forma dentro da sua realidade, sendo a complexidade das soluções variável, contudo a prevenção é uma ideia comum a todas as áreas.

Figura 3-11 - Vedações tipo Rural e Urbana

As barreiras podem ser de carater natural (Figura 3-12), taludes em zonas de difícil acesso, proximidade de rios, ou forte densidade arbórea, mas nas redes convencionais só uma parte está protegida.

Figura 3-12 - Vedação em Talude e Vegetação Arbórea

Efetivamente, resolver as dificuldades antes de elas surgirem, é a essência da prevenção, que pode e deve evitar que muitos dos possíveis problemas cheguem a acontecer. Uma boa prevenção é fundamental para o sucesso de qualquer projeto, na medida em que evita custos desnecessários em tempo, trabalho e materiais.

Considerando que a prevenção do “Trespassing” ao longo dos anos em Portugal, em plena via tem sido a aplicação de quilómetros de diferentes tipologias de vedação, mais remediando e não tanto prevenindo, muitas delas constantemente vandalizadas e furtadas.

Nas estações a massificação dos sistemas de videovigilância, são cada vez mais uteis, na perceção dos movimentos dentro das estações, recurso à observação das imagens, as quais merecem autorizações especiais pela autoridade de proteção de dados, servem muitas vezes para análise dos acidentes, monitorização das portas de acesso à plataformas, acontecimentos de distúrbios de ordem publica, a distribuição de câmaras em locais comuns (Estações e outros estabelecimentos) deve atender aos domínios seguintes:

a) Acessos às instalações;
b) Escadarias;
c) Escadas mecânicas;
d) Passadeiras mecânicas;

e) Elevadores;
f) Passagens inferiores e superiores;
g) Plataformas ferroviárias;
h) Salas de espera;
i) Outras necessidades específicas de cada local que sejam avaliadas como prioritárias.

Mas insuficientes para prevenir movimentos de Trespassing momentâneos e inesperados, na ausência de imagens no caso dos acidentes por colhida por material circulante em movimento, a distinção entre suicídio ou morte por Trespassing, é obtida pela transcrição da ocorrência do ponto de vista do Gestor de emergência local, posteriormente é aplicado o critério "Over stone" (cartas escrita pela vitima com a intenção de colocar fim à vida ou outras evidências de que não se tratou de um acidente).

3.7 Estudos do fenómeno do "Trespassing"

A estrutura de segurança nas infraestruturas ferroviárias, tem uma enorme importância na gestão de informação, a sua implementação e operacionalidade nos sistemas inteligentes de transportes, obriga a definir políticas de segurança da informação para todas as entidades das organizações que processam dados ou fabriquem ou instalem equipamentos para processamento de dados. Os sistemas inteligentes de transporte envolvem diversas partes interessadas e muitos agentes que processam os dados, o que torna a segurança da informação não apenas uma responsabilidade da organização individualmente, mas também uma responsabilidade a ser partilhada.

Ao longo dos anos, a tendência de criação de modelos fechados dentro das estruturas ferroviárias, levou a que as empresas protegessem essa informação, e muitas vezes relutantes em partilhá-los somente com Instituições de Tratamento Estatísticos (e.g.: INE – Transportes e Comunicações).

Contudo com a desregulamentação dos transportes, tornam os dados de sinistralidade relacionados com a intrusão nas infraestruturas ferroviárias, um problema a ser tratado com urgência, não só na perceção das causas, dimensões impactos na gestão da circulação, como também na busca das melhores praticas de atacar este problema, logo quando se refere que o numero de vitimas mortais por colhidas por material em movimento (13) em Portugal em 2015, é um número com pouca expressão, no entanto o número de vitimas (531) na Europa (28 países) no mesmo período tem outro impacto, nenhum pais pretender ser o mais penalizado pelos acidentes resultantes do "Trespassing".

3.7.1 USA

No caso Norte-americano (Quadro 3-1), o desafio atual é investigar maneiras pelas quais as políticas públicas podem prevenir melhor o comportamento míope. Existe uma enorme discussão noutros ramos do Departamento de Transportes, bem como noutras partes do governo federal, tendo em vista novas abordagens de monitoramento e fiscalização, que prometem direcionar os problemas de segurança tendo em vista um custo menor.

Pais	Autor	Ano	Assunto	Analise Estatistica da Sinistralidade - Onde, Como e Quando - Estatisticas	Correlação da frequencia de comboios e os Acidentes	Prevenção do Trespassing na ferrovia - medidas de mitigação	Analise de Risco prioritização do risco	Caracteristicas dos infratores - comportamentos de risco	Usos dos Solos
USA	IAN SAVAGE	2001	Trespassing on the railroad	X				X	
USA	IAN SAVAGE	2001	Does public education improve rail–highway crossing safety?		X				
USA	IAN SAVAGE	2015							
USA	Marco daSilva and Tashi Ngamdung	2014	Trespass Prevention Research Study	X					
USA	Marco daSilva, William Baron, and Anya A. Carroll	2012	Railroad Infrastructure Trespassing Detection			X			
USA	Marco daSilva	2013	Development and implemention of a trespass location severity analisys in a commuter rail rights of way				X		

Quadro 3-1 - Estudos do "Trespassing" EUA

Segundo (Savage 2015) há uma forte sugestão de que a Federal Railroad Administration, deve mudar a sua visão de um polícia para o de um professor e um analista de risco.

A lei na maioria dos países que sofrem deste fenómeno do "Trespassing" no caminho-de-ferro, sempre atribuiu a responsabilidade do dever de prestar atenção e ter os cuidados necessários diretamente para o infrator, mas isso não parece ser um impedimento total. A resposta efetiva seria mudar as atitudes dos invasores socialmente, reforçando a imposição de leis anti-trespassing, e uma campanha publicitária direcionada a adultos em risco (Savage, 2006).

O comportamento humano após intrusão "Trespassing" do domínio público ferroviário, ao longo dos últimos anos têm resultado em enumeras vítimas mortais, sendo este valor superior às resultantes de colhidas em passagens de nível. (Savage, 2006). As motivações traduzidas nesta atitude de prevaricar, quando analisadas e baseadas naquilo que se conhece até ao momento, pelos riscos individuais ou associados, tornam este fenómeno bastante complexo e de difícil resolução.

Do ponto de vista dos economistas, os riscos por danos corporais não são despropositados quando os consumidores entendem que existem riscos, podem avaliar sua probabilidade e severidade, saber lidar com eles e voluntariamente aceitá-los para obter benefícios que não poderiam ser obtidos de maneiras menos arriscadas[vi].

Não há dados nem estudos sobre o número real ou estimado dos atravessamentos não autorizados das vias férreas, pois há dezenas de milhares de km de vias férreas no Mundo (Savage 2007), o que se pode apurar são os números das ocorrências, das mortes, dos feridos e o valor dos prejuízos.

Mas quais quem são os grupos de pessoas envolvidas nesta temática do “Trespassing”, segundo o estudo realizado na Geórgia[vii], conclui-se que dois terços das pessoas que realizam o “Trespassing” são jovens, sob o efeitos de álcool e drogas, os quais julgam ser um local atrativo para socializar e consumir drogas, permanecendo em estados de sonolência devido aos efeitos secundários deste tipo de ingerência, os jovens em grupos também exibem um comportamento mais arriscado.

O estudo (Silva, 2011) aplicado a um caso prático, onde foram implementadas várias medidas para deteção de “Trespassing” numa ponte ferroviária, com recurso a sensores, megafones, cctv e vigilantes, permitiu aferir a dimensão e magnitude deste fenómeno e reduzir a exposição dos perigos inerentes a este tipo de comportamento nesse local.

A atitude de um jovem em relação ao risco tende a ser classificada pelo "fascínio pelo risco", ou seja, altera a sua própria atitude em relação ao risco para refletir este comportamento no seio do grupo (exibicionismo).

Embora a maioria dos jovens não se envolva em comportamentos extremamente perigosos, a dinâmica dos grupos, pode incentivá-los a comportarem-se de forma diferente em relação ao perigo do que se estivessem sozinhos, a maior parte dos estudos o “Trespassing” é caraterizado como um atalho nos percursos habituais dos indivíduos, o acesso à via-férrea para prática graffiti e atos de vandalismo arremesso de pedras e objetos, consumo de drogas e ultimamente a disseminação de comportamento com recurso a máquina de filmar “GOPRO”, e posteriormente introduzidos os videos no “youtube” [viii], os quais colocam as suas vidas em risco.

Quando se fala em magnitude do risco, abordam-se as consequências, ou seja, o resultado em vítimas mortais ou ferimentos graves, segundo o mesmo estudo realizado na Geórgia conclui-se que 60% das vítimas envolvidas em acidentes por “Trespassing” ocorreram perto da sua área de residência.

A invasão “Trespassing” é, portanto, um problema muito difícil de resolver, e tecnicamente impossível de quantificar a sua frequência, mas a amplificação do problema é ilustrada pelos dados anuais de sinistralidade. Veja-se o caso europeu, onde em 2015 se registaram 591 vítimas mortais e 267 feridos graves, relacionados com este comportamento humano.

(Lobb, 2006) apresenta uma visão internacional da literatura relativamente pequena, alusiva a época, sobre a natureza da invasão e possíveis medidas de mitigação.

Trabalhos mais recentes como os realizados na Finlândia onde se analisam as características das vítimas mortais (Silla e Luoma, 2012) e uma avaliação da eficácia de ações de mitigação específicas aplicadas nos locais de trespassing (Silla e Luoma, 2011). O primeiro estudo descobriu que as vítimas mortais por colhida por material circulante em movimento estavam principalmente na faixa etária dos 20 aos 29 anos, 77% eram do sexo masculino e 70% apresentavam valores positivos de toxicologia (álcool e drogas). No segundo estudo, os locais com barreiras do tipo vedação, e ou

paisagísticas foram as consideradas mais eficazes, do que apenas a colocação de sinais de alerta, mas a um custo muito mais elevado.

O “Trepassing” na via-férrea, é um problema muito complexo e em crescimento, as vítimas tendem a ser membros marginalizados da sociedade, e as soluções para este problema precisam de ser mais sofisticadas do que apenas exigir a construção de novas vedações.

3.7.2 Europa

Na Europa (Quadro 3-2), a literatura sobre “Trespassing” na ferroviária é recente e permanece escassa em comparação com o domínio do suicídio ferroviário (Silla e Havarneanu, 2012). Vários estudos estão focados na prevenção da invasão (Lobb, 2006) e (Silla, 2012), mas nenhum deles inclui um modelo que forneça uma visão integrada dos vários motivos e etapas dos processos de invasão, bem como as medidas preventivas relacionadas.

Pais	Autor	Ano	Assunto	Analise Estatistica da Sinistralidade - Onde, Como e Quando - Estatisticas	Correlação da frequencia de comboios e os Acidentes	Prevenção do Trespassing na ferrovia - medidas de mitigação	Analise de Risco prioritização do risco	Caracteristicas dos infratores - comportamentos de risco	Usos dos Solos
EU	Jean-Marie Burkhardta, Helena Rådbob, Anne Sillac, Françoise Parana*	2014	A model of suicide and trespassing processes to support the analysis and decision related to preventing railway suicides and trespassing accidents at railways	X				X	

Quadro 3-2- Estudos do “Trespassing” EU

De facto, a maior parte da literatura neste campo concentrou-se na descrição das lesões ou nas características individuais das vítimas, com poucas discussões sobre medidas preventivas apropriadas e mais eficientes. Recentemente, há uma literatura crescente com propostas de medidas geralmente focadas em (i) impedir o acesso aos trilhos - ou pelo menos dificultá-lo, (ii) educação sobre regras e riscos relacionados à invasão ferroviária, e (iii) vigilância de as áreas de via / ferrovia para fornecer avisos e / ou para ativar uma intervenção em um “Hot Spot” de invasão identificado.

3.7.2.1 República Checa (CZ)

Na República Checa (Quadro 3-3) no estudo realizado acerca do Trespassing (Pavlína, Pavel, Miroslav, Barbora 2016)neste país, foram definidos seis categorias de locais de risco onde se registavam a ocorrência de “Intrusão”: a) nomeadamente entre plataformas dentro de estações; b) Atalhos em plena de via, c) acessos a zonas recreativas e turísticas tais como praias marítimas e fluviais; d) acessos a zonas preferidas para vandalismo (graffiti e drogas); e) zona de abrigo de

pessoas sem-abrigo e f) zonas de intrusão através de passagens de nível. Associados a estes locais os acidentes tendo em vista a formulação de medidas de mitigação do risco de colhidas por material circulante em movimento nestes locais e sua monitorização pós implementação deste projeto.

Pais	Autor	Ano	Assunto	Analise Estatistica da Sinistralidade - Onde, Como e Quando - Estatisticas	Correlação da frequencia de comboios e os Acidentes	Prevenção do Trespassing na ferrovia - medidas de mitigação	Analise de Risco priorização do risco	Caracteristicas dos infratores - comportamentos de risco	Usos dos Solos
cz	Pavlína Skládaná a,*, Pavel Skládaný a, Pavel Tu□ka a, Miroslav Bidovský a, Barbora Sulíková a	2016	Trespassing railway property – typology of risk localities	X				X	
cz	Pavlína Skládaná *, Marek Havlí˘cek, Ivo Dostál, Pavel Skládaný, Pavel Tu˘cka and Jan Perutka	2018	Land Use as a Motivation for Railway Trespassing	X					X

Quadro 3-3 - Estudos do "Trespassing" CZ

Este estudo concentra-se numa análise específica nos locais definidos, desconhecendo-se a existência de outros locais na rede ferroviária ou território com as mesmas caraterísticas, com vista à replicação das soluções implementadas, com recurso a uma análise de Clusters aplicadas à natureza e as formas de invasão da propriedade ferroviária, as quais são influenciadas por padrões socioculturais, condições geográficas e paisagísticas e legislação local. Os próprios autores reconhecem que a tipologia das localidades de risco apresentadas nestes casos de estudo, devem ser aplicadas com cautela fora destas localidades.

A combinação das abordagens utilizadas no estudo permitiu convergir em diferentes níveis de tipologia de locais de "Trespassing" existentes na rede ferroviária da República Checa, no entanto os autores estão cientes de que, face à grande variedade de "Trespassing", o número de locais analisados na investigação no terreno era pequeno, admitindo que uma amostra mais extensa revelaria outro tipo de resultados.

3.7.2.2 Caso específico da Finlândia

Especificamente, os resultados do estudo realizado na Finlândia (Quadro 3-4),mostram que vedações e paisagismo (Silla e Luoma, 2011) são altamente eficazes na prevenção das intrusões.

As medidas numa fase em que os pedestres estão dentro da via férrea são ligeiramente diferentes em relação a pessoas suicidas e invasores ferroviários. Os invasores ferroviários podem ser alvo de medidas que influenciam o comportamento da vítima enquanto atravessam ou circulam na via férrea. Esta categoria refere-se a sinais de aviso que informam o invasor sobre a ilegalidade do seu ato ou

as patrulhas de vigilância que pedem às pessoas não autorizadas que deixem as áreas de domínio ferroviárias.

O modelo preliminar proposto é mais formativo do que empírico, no sentido de que nenhuma validação empírica de "mecanismos" subjacentes foi feita atualmente.

Portanto, o próximo passo é avaliar o quão bem o modelo corresponde à realidade, tanto em termos de quanto o modelo instanciado difere da realidade e quão importante é essa diferença para o uso do modelo.

O valor acrescentado deste modelo é duplo: (1) propõe uma visão coordenada e abrangente dos processos de suicídio e intrusões na ferrovia, através da diferenciação entre intenção suicida e antecedentes não-suicidas da decisão de entrar na área ferroviária, e apresentando os passos comuns depois, embora as atitudes e comportamentos dos invasores, nessas etapas possam provavelmente diferir dependendo de sua intenção; (2) a análise é suportada nos: (i) os fatores potenciais que afetam a ocorrência de suicídios ferroviários e invasão de propriedade, (ii) nas medidas potenciais que podem ser usadas para prevenir suicídios ferroviários e acidentes devido a "intrusão", e (iii) a cadeia de eventos para uma colisão de comboio e pedestre.

Esta abordagem pretende trabalhar este modelo de duas maneiras distintas. Primeiro, vamos refinando e confrontando o seu conteúdo com as teorias e evidências empíricas coletadas recentemente no contexto do projeto RESTRAIL. Em segundo lugar, realizar testes de campo para avaliar a utilidade e a usabilidade deste modelo em situações operacionais de solução de problemas.

Pais	Autor	Ano	Assunto	Analise Estatistica da Sinistralidade - Onde, Como e Quando - Estatisticas	Correlação da frequencia de comboios e os Acidentes	Prevenção do Trespassing na ferrovia - medidas de mitigação	Analise de Risco priorização do risco	Caracteristicas dos infratores - comportamentos de risco	Usos dos Solos
FI	Anne Silla	2012	Improving safety on Finnish railways by prevention of trespassing	X				X	
FI	Anne Silla , Veli-Pekka Kallberg	2012	Article I - The development of railway safety in Finland	X					
FI	Anne Silla, Juha Luoma	2012	Article II - Main characteristics of train-pedestrian fatalities on Finnish railroads					X	
FI	Anne Silla, Juha Luoma	2012	Article IV - Opinions on railway trespassing of people living close to a railway line			X			
FI	Anne Silla, Juha Luoma	2010	Article V - Effect of three countermeasures against the illegal crossing of railway tracks			X			
FI	Anne Silla	2013	Improving safety on Finnish railways by prevention of trespassing			X			

Quadro 3-4 – Estudos de "Trespassing" na Finlândia

Implicando alguma análise e tomada de decisão sobre o desenho e implementação de medidas de prevenção de suicídio e invasão de propriedade.

O formulário de pesquisa foi baseado na pesquisa de intrusão num espaço semelhante a um bairro O formulário continha quatro tipos de perguntas: (1) recordação de frequência e características dos invasores e seu comportamento, (2) preferência de meios potenciais para impedir invasões, (3) avaliação da invasão dos próprios participantes e a perceção de segurança de invasão; (4) conscientização sobre os regulamentos relativos à caminhada na área ferroviária e à invasão de fatalidades.

Além disso, os entrevistados podiam fornecer comentários adicionais e foram solicitados elementos como a sua idade e sexo. Existem algumas limitações neste estudo que devem ser consideradas na aplicação dos resultados, em muito devido a uma amostra um pouco tendenciosa para a idade e uma taxa de resposta relativamente baixa, os resultados devem ser vistos com cautela. No entanto, supõe-se que esses resultados sejam úteis, apesar do possível viés, pois não há muita informação disponível sobre as perceções das pessoas nesse domínio.

O viés de idade não é considerado como tendo uma influência substancial sobre os resultados, uma vez que, com base em estudos anteriores, mais da metade dos invasores na área de Lappeenranta são adultos (Silla e Luoma, 2008). A taxa de resposta poderia ser melhorada em pesquisas futuras, através do aumentando dos vales de oferta (ou outros prêmios) a serem sorteados entre os participantes. Em segundo lugar, os resultados podem ter algumas limitações em relação ao interesse social (isto é, a tendência de responder itens de autorrelato de forma deliberada ou subconsciente se representar algo favorável), o que poderá influenciar os resultados.

Em conclusão, as opiniões e as memórias das pessoas que moram perto da linha férrea, ajudaram a construir um quadro relativamente amplo do problema. Em suma, a grande maioria das pessoas está ciente da invasão efetuada pelos vizinhos, eles têm a sua própria experiência sobre invasão, embora considerem invasão perigosa e ilegal, e apoiam medidas mitigadoras como a construção de uma passagem subterrânea ou a vedação da via férrea.

Estes resultados permitem que os profissionais e investigadores vejam o problema do ponto de vista das pessoas locais e, assim, obtenham uma melhor compreensão do problema. O aumento do conhecimento ajuda a projetar mediadas de mitigação mais eficazes.

3.7.2.3 Oportunidades de investigação

A maioria dos estudos apresenta uma abordagem ao problema generalizada na identificação do problema e ação de mitigação do problema, esta ação - reação, tem uma forte limitação no tempo, uma vez que os problemas de “Trespassing”, são extremamente dinâmicos na imensa extensão da via férrea, muitas vezes aparentam estar resolvidos (Quadro 3-5), no entanto por uma qualquer razão, se alterarem os hábitos de acessibilidade das populações, por pressões urbanísticas ou outras necessidades geradas na proximidade do caminho de ferro, potenciam o aparecimento de novos

focos de “Trespassing”, os quais podem ocorrer com intensidades muito superiores relativamente ao passado.

As grandes limitações dos estudos realizados sobre o fenómeno do “Trespassing”, estão inteiramente ligados: Á escassez de informação na quantidade de locais utilizados para fazer o atravessamento da via férrea ilegalmente e número de pessoas que o realizam ao longo do dia; a natureza da sua motivação, estado físico e psíquico quando são colhidas por material circulante; a rede ferroviária é bastante extensa e com enorme heterogeneidade ao nível de vedações (mistura de vedação rural, urbana, arbórea e orográfica), insuficientes às dinâmicas das populações que vivem próximo do caminho-de-ferro, acrescido de estruturas socioeconómicas muito disparares entre regiões, onde o nível de pressão aumenta, à medida que o nível de frequência de comboios baixa.

A natureza voluntária da participação no risco (implicações no dimensionamento das intervenções dos desnivelamentos)
Areas populacionais e a sua exposição ao risco do trespassing
Vulnerabilidade das operações ferroviárias (velocidades, impatos na gestao da circulação e consequências)
Modelos de risco sobre o comportamento humano
Hierarquização do risco da rede ferroviária (locais, frequencia, alternativas pedonais)
Avaliação dos niveis de acessibilidades pedonal na transposição das instalações ferroviárias (efeito barreira)
Informação do agente de condução envolvido no acidente - probabilidades e ponderações dos riscos com a vulnerabilidade da infraestrutura ferroviaria
Modelo de apoio á decisão das entidades interessadas (gestor da infraestruturas, equipas de emergencia, autoridades e regulador)
Correlação dos acidentes com as supressoes dos atravessamentos de nivel e sua proximidade de passagens desniveladas

Quadro 3-5 - Oportunidades de investigação

3.8 Modelos de mitigação do “Trespassing”

3.8.1 América do Norte (EUA e CANADA)

A necessidade de uma nova abordagem baseada na prevenção do “Trespassing”, designada como modelo C.A.R.E. (Figura 3-13), estruturado em 4 fases: **C**omunidade, **A**nálise, **R**esposta e **A**valiação (CARE), foi implementa ao longo do Corredor Ferroviário do Sul da Flórida, na cidade de West Palm Beach, Flórida. A sua aplicação durante um período compreendido entre de outubro de 2009 a dezembro de 2013, permitiu demonstrar a potencialidade desta abordagem, através da documentação dos aspetos positivos e a melhorar, fornecendo ainda recomendações para a implementação e avaliação de estratégias de prevenção do “Trespassing”, para este modelo desenvolvido pela Railroad Administration (FRA) [ix] e Transportation Canadá[x].

A orientação geral do modelo CARE, teve efeitos positivos no estabelecimento de uma estrutura organizacional, permitindo aos stakeholders organizar, recolher e avaliar os dados, essências ao desenvolvimento de soluções e implementação de estratégias de mitigação de riscos relacionados

com o “Trespassing”. Este fato aumentou a colaboração entre os stakeholders, dinamizando os recursos coletivos e maximizando a eficácia global entre as comunidades locais para diminuir a intrusão das vias ferroviárias no interior da cidade.

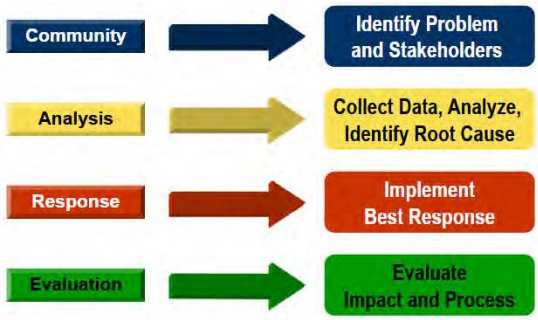


Figura 3-13 - Estrutura do modelo C.A.R.E.

A implementação e avaliação das orientações no decurso deste processo iterativo, resultou em processos de melhoria contínua e recomendações para futuras implementações. Essas recomendações, listadas por etapa no modelo CARE, podem ser resumidas, nos seguintes pontos:

a) Localidade (Community)
- O(s) responsável(eis) local(ais) precisam ser identificados, o quanto antes afim de se lhe atribuir autoridade ao grupo com base na comunidade, ao longo de todo o processo, desde o início até a execução das estratégias de mitigação do Trespassing.
- O(s) líder(es) deve (m) trabalhar para garantir a representação apropriada das suas organizações dentro do grupo de “stakeholders”.
- O grupo de “stakeholders” deve maximizar os recursos de segurança locais existentes.
- O grupo de “stakeholders” deve ser dividido num comité de nível executivo, para tomada de decisão e um comité de nível operacional conduzindo as atividades específicas delineado no modelo.
- A estratégia de envolvimento dos “stakeholders” deve ser desenvolvida no início do processo.
- O(s) responsável(eis) deve(m) desenvolver a consciencialização acerca das sensibilidades dos próprios “stakeholders”.

b) Análise (analysis)
- O grupo de “stakeholders” deve desenvolver um plano de partilha de dados.
- Deve ser criado um subgrupo para analisar os dados.
- A recolha e tratamento de dados, deve ser baseada e realizada na metodologia de riscos (Figura 3-14) validada nesse estudo

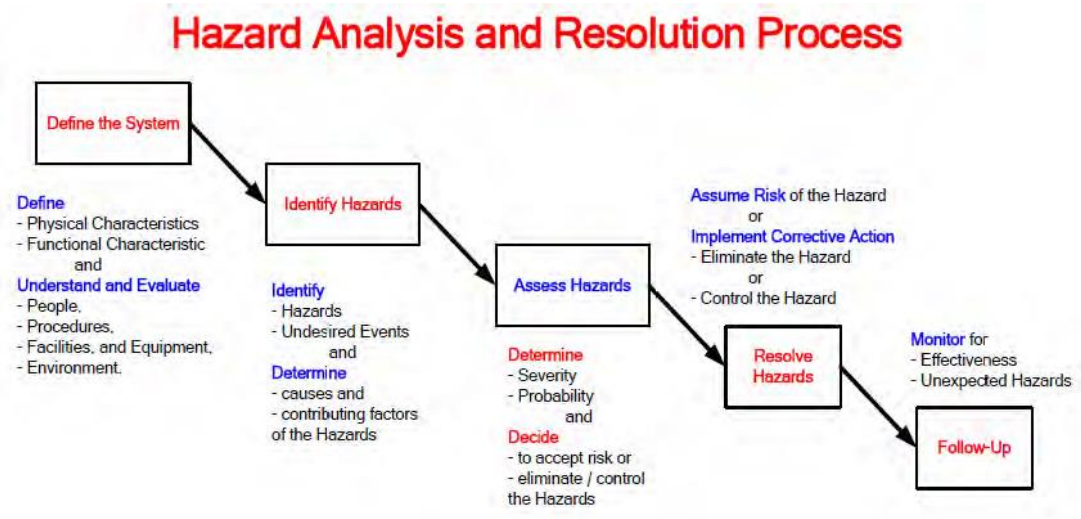


Figura 3-14 - Metodologia de riscos H.A.R.P.

- O grupo representante das partes envolvidas deve chegar a um consenso sobre as medidas de eficácia, antes de avançar para a etapa das ações.

c) Ações (Response)

- O Grupo de implementação composto por representantes das principais partes interessados deverá ser organizado para executar as estratégias. O grupo deve ser dirigido por membros executivos do comité, que têm autoridade decisória dentro das suas respetivas organizações.
- O grupo de implementação deve realizar revisões, a fim de validar as ações recomendadas.

d) Avaliação (Evaluation)

- O (s) responsável (eis) local (is) deve (m) utilizar os membros do comité de nível executivo para executar o plano de ação.
- O grupo de partes interessadas deve recolher e analisar dados objetivos associados ao Trespassing após-implementação.

A ausência de uma autoridade local e a falta de autoridade para tomar decisões por parte dos principais interessados, no caso de estudo foram os maiores fatores limitadores para uma implementação bem-sucedida, do modelo C.A.R.E. em West Palm Beach, FL. Portanto, as recomendações mais importantes estão centradas na identificação de uma autoridade superior, ou autoridade local, que conduzirá a implementação do modelo e incentivará o envolvimento ativo de participantes de nível sênior da parte interessada principal.

Mais recentemente, em agosto de 2012 a FRA promoveu uma formação tendo em vista, estabelecer as linhas orientadoras nas seguintes áreas:

- Caraterísticas intrínsecas à segurança dos Peões
- Gestão dos perigos
- Configuração tecnologia e infraestruturas

- Ao Nível local
- Aplicação de medidas
- Vítimas mortais e Tentativas de suicídio

As Campanhas de sensibilização da organização não-governamental "**Operation Lifesaver"** [xi], esta organização assume que a segurança ferroviária é para todos, não apenas para os condutores de veículos rodoviários. Os peões que escolhem caminhar ou andar pela via-férrea devem ser informados (Figura 3-15), que estão a invadir propriedades privadas e podem ser multados, ou ficar gravemente feridos ou até perderem a vida, devido a este comportamento.

O principal objetivo deste grupo, é alertar para o atravessamento da via-férrea em segurança, apresenta-se algumas dessas mensagens:

- O único lugar para realizar o atravessamento em segurança, é nas passagens de nível, com sinalização luminosa e sonora ativa, que indica a proximidade de um comboio:
- Se um individuo atravessar noutro lugar, está a violar propriedade privada e pode ser multado.
- Atravesse nos sítios destinados aos peões.
- Se estiver ou circular dentro do domínio público ferroviário, sem estar autorizado, estará a invadir e sujeito a processo criminal, ou poderá ser gravemente ferido ou morto por um comboio
- Um comboio a circular sobre a via-férrea, tem uma distância de segurança em função da velocidade, mas às vezes elementos soltos nos comboios podem atingir um individuo, para além destas zonas de segurança
- Um comboio devido ao seu peso, não permite ao maquinista parar o comboio imediatamente..

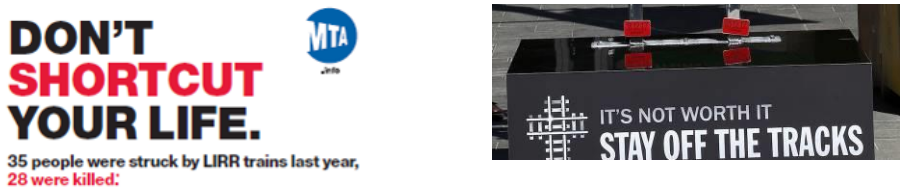


Figura 3-15 - Exemplos de Campanhas Norte Americanas

3.8.2 Europa

A importância do "Trespassing" nas infraestruturas ferroviárias com operações de material circulante levou a que a Europa apoiasse o desenvolvimento do Projeto RESTRAIL[xii], o qual beneficiou de um grupo de trabalho multidisciplinar constituído por um consórcio de 17 parceiros de apenas 12 países. Este recente Projeto RESTRAIL, no qual se expõe de forma brilhante a problemática dos atravessamentos em zonas não autorizadas, propõe um "framework" para a identificação dos locais e melhores práticas de recolha de informação com uma forte ambição em encontrar soluções que possam ser aplicadas em outros locais de forma idêntica, padronizando as abordagens e ações de

mitigação. Contudo o Projeto RESTRAIL deixa em aberto as realidades de cada rede ferroviária e as diferentes e complexas estruturas regionais de cada País.

Trabalhos a serem desenvolvidos no âmbito do Projeto RESTRAIL:

a) Análise qualitativa da intrusão no Domínio Publico Ferroviário (DPF)

Os principais objetivos, são:

- Fornecer uma descrição sistemática do conhecimento atual sobre acidentes de intrusão,
- Recolher dados estatísticos e comportamentais relativos aos acidentes de invasão,
- Recolher dados sobre as consequências dos acidentes por invasões do DPF, para análise e possíveis conclusões.

b) **Avaliação das medidas de prevenção destinadas a reduzir as infrações ferroviárias**
O objetivo é desenvolver recomendações e diretrizes para medidas de mitigação para reduzir as vítimas mortais e interrupção de serviços resultantes de transgressões em propriedades ferroviárias:

- Analisar as melhores práticas (tecnológicas e não tecnológicas)
- Identificar as medidas de mitigação eficientes em termos de custos para evitar acidentes e incidentes que ultrapassem a estrutura dos caminhos-de-ferro.

c) Mitigação de Consequências, Melhorando Procedimentos e Tomada de Decisões
O desenvolvimento de métodos e ferramentas que possam ser integrados aos procedimentos e tecnologias existentes, com o propósito de alcançar meios mais eficazes e econômicos de mitigar o potencial impacto das transgressões em infraestruturas ferroviárias. A atividade de pesquisa a partir dessa perspetiva é identificar, dentro do conhecimento adquirido, na implementação de ações efetivas e com custos-eficientemente aceitáveis, tornando-os numa referência. Essa fonte apoiará as partes interessadas à medida que elas assimilam os métodos, ferramentas, procedimentos e modelos gerenciais identificados, a fim de reduzir as consequências de suicídios e “Trespassing”.

As ações de “benchmarking” para as tecnologias e aplicações que podem ser usadas pelas várias partes interessadas serão baseados em plataformas existentes e aplicações implementadas na indústria, tais como aquelas utilizadas pelos gestores de infraestrutura e empresas ferroviárias que cooperam como parceiros neste trabalho.

d) Testes piloto de campo e avaliação

Neste conjunto de medidas de mitigação do risco mais promissoras assentes nas boas práticas, serão selecionadas para serem implementadas e avaliadas, a fim de serem propostas para ampla implementação em ambientes ferroviários em toda a Europa, levando em conta as diferenças nacionais / regionais existentes.

e) Divulgação e exploração dos resultados

As atividades de divulgação e exploração, contribuindo para o progresso científico e técnico do projeto, bem como para uma ampla implementação dos resultados deste projeto, tais como:

- Informar o público-alvo sobre a existência deste projeto e seus objetivos, tendo em vista de gerar o interesse na implementação do projeto.
- Distribuir informações apropriadas para cada público-alvo identificado, para que cada grupo possa facilmente usar e aplicar as informações que lhe dizem respeito, mantendo a viabilidade do projeto.

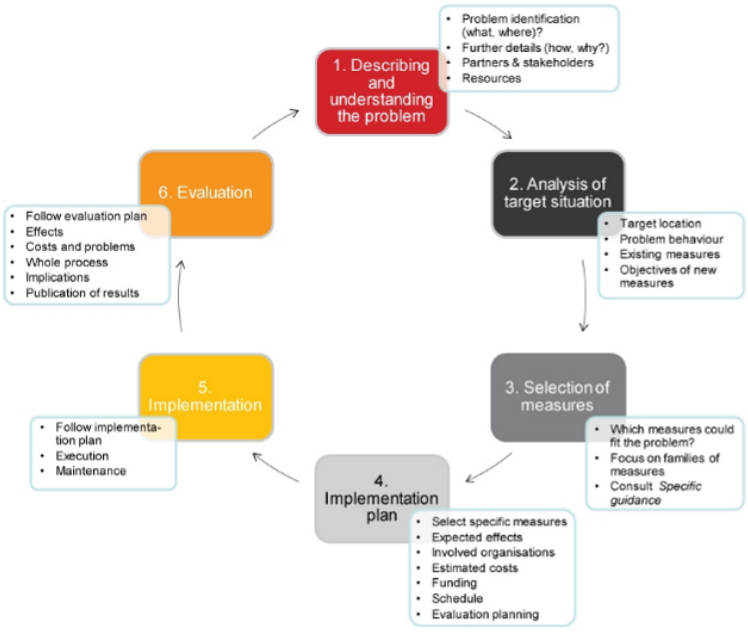


Figura 3-16 - Estrutura do Modelo - RESTRAIL

3.9 Repositório de dados do “Trespassing”

3.9.1 Estados Unidos da América

Nos Estados Unidos da América o maior repositório de dados sobre acidentes com “Trespassing”, estão disponíveis na administração federal dos caminhos-de-ferro (FRA), fornecidos pelo departamento de análise de segurança[xiii]. O Congresso Norte americano forneceu fundos adicionais no ano fiscal de 2016, para a gestão e prevenção da intrusão e desenvolvimento de planos de mitigação específicos para estes locais nas suas regiões. Esses planos utilizaram as lições aprendidas durante os dois testes-piloto: um em Pittsford, NY, indicando que equipamentos de vigilância ligados a alertas automáticos poderiam ser eficazes na redução do número de incidentes por intrusão e um em West Palm Beach, Flórida, que validou um processo para organizar as partes interessadas locais para identificar e implementar medidas de mitigação.

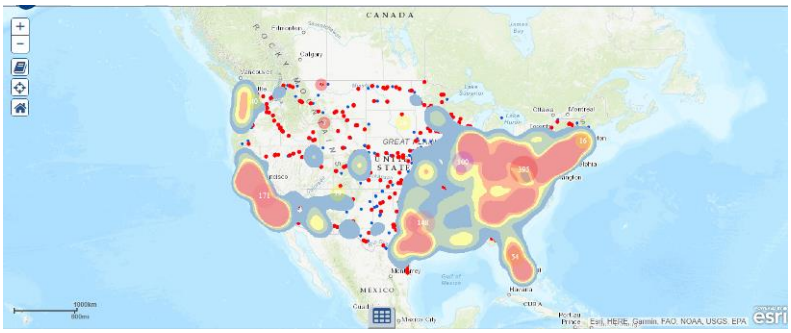


Figura 3-17 - Zonas de Trespassing nos Estados Unidos da América[xiv]

No caso americano, a forte utilização de softwares de informação geográfica, permitem identificar os "Hotspots" no seu território, e adotar medidas de mitigação estratégicas nos diferentes estados atendendo à sua localização.

3.9.2 Europa

Atualmente existem dois repositórios de dados internacionais relacionados com acidentes devido a "Trespassing", nomeadamente o ERADIS (Base de Dados de Interoperabilidade e Segurança da Agência Ferroviária Europeia) e a base de dados de segurança da UIC. Em consulta a estas duas fontes de dados, verifica-se uma tendência de estável na Europa nos últimos 10 anos, em cerca de 800 acidentes por ano, os últimos dados estão disponíveis e podem ser consultados pela ERA[xv] e UIC[xvi].

3.10 Estatísticas de sinistralidade por Trespassing

3.10.1 Europa

Os atravessamentos não autorizados das vias férreas não é simplesmente um ato juridicamente ilegal, é, pelas consequências que origina, um problema social. Os estudos realizados em quase todo o Mundo, desde a Europa, América do Norte, Oceânia e África, mostram a verdadeira dimensão, resultando em inúmeras vítimas mortais, feridos graves e sobretudo em astronómicos prejuízos económicos.

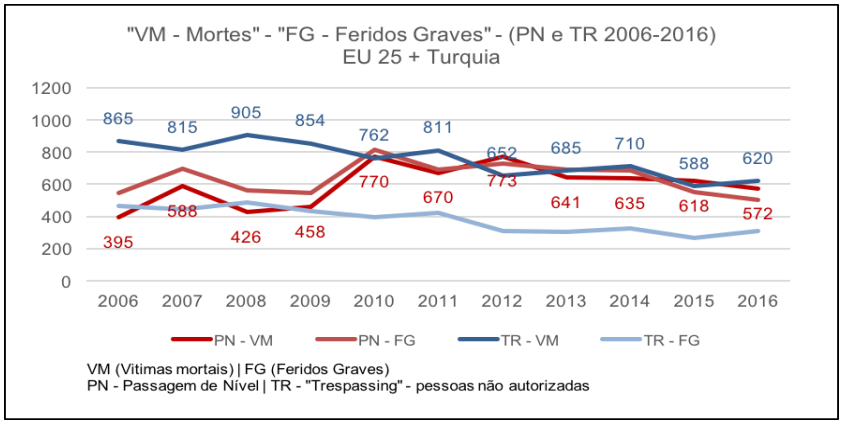


Figura 3-18 - Comparação da sinistralidade entre PN e TR

Estatísticas das entidades oficiais e trabalhos de investigação expõem os dados e as causas desta sinistralidade. Os acidentes com na europa com pessoas colhidas por material circulante em atravessamentos não autorizados é o mais elevado relacionado com causas externas, e representam 62% de todos os acidentes, apesar de existir um decréscimo de -10% no período compreendido entre 2012 e 2017.

3.10.2 Reino Unido

Entre 2001 a 2011, houve em média 44 mortes (anualmente) por infração na ferrovia na Grã-Bretanha, das quais cerca de 95% foram causadas por eletrocussão ou atingidas por comboios em movimento[xvii].

O setor ferroviário da Grã-Bretanha utiliza um modelo risco (denominado modelo de risco de segurança "Safety Risk Model – SRM") na sua rede principal, gerido pelo Conselho de Normas e Segurança Ferroviária (RSSB), e estima-se que 82% do risco total de vítimas mortais dos utilizadores do C.F. na Grã-Bretanha resulte de incidentes por "Trespassing", além disso, o modelo apresenta a invasão como sendo a causa de 79% do risco total para o utilizador público nas vias ferroviárias principais.

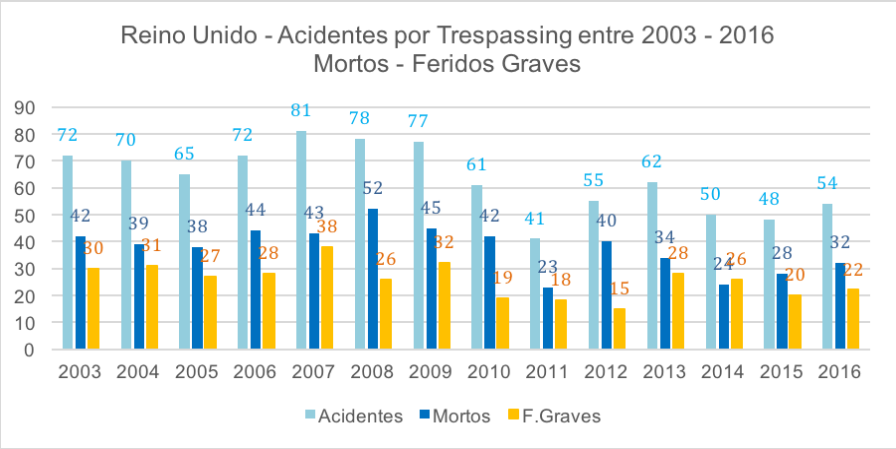


Figura 3-19 - Sinistralidade por "Trespassing" no Reino Unido

3.10.3 Portugal

Em Portugal os registos demonstram um decréscimo de 68 % desta sinistralidade ocorrida nos atravessamentos ilegais das vias férreas.

Os acidentes verificados nos atravessamentos ilegais das vias férreas (Figura 3-20 Sinistralidade entre 2000 e 2016 por Trespassing em Portugal, são classificados pelo gestor da infraestrutura de "colhidas de pessoas por material circulante em movimento", no entanto existem escorregadelas associadas á presença de indivíduos no exterior dos comboios, quedas à linha em plataformas de estação e outros motivos, mas mais de 75 % das ocorrências são de pessoas colhidas pelos

comboios relacionadas com o “Trespassing”, verificadas pela circulação ao longo da via e atravessamento da via férrea.

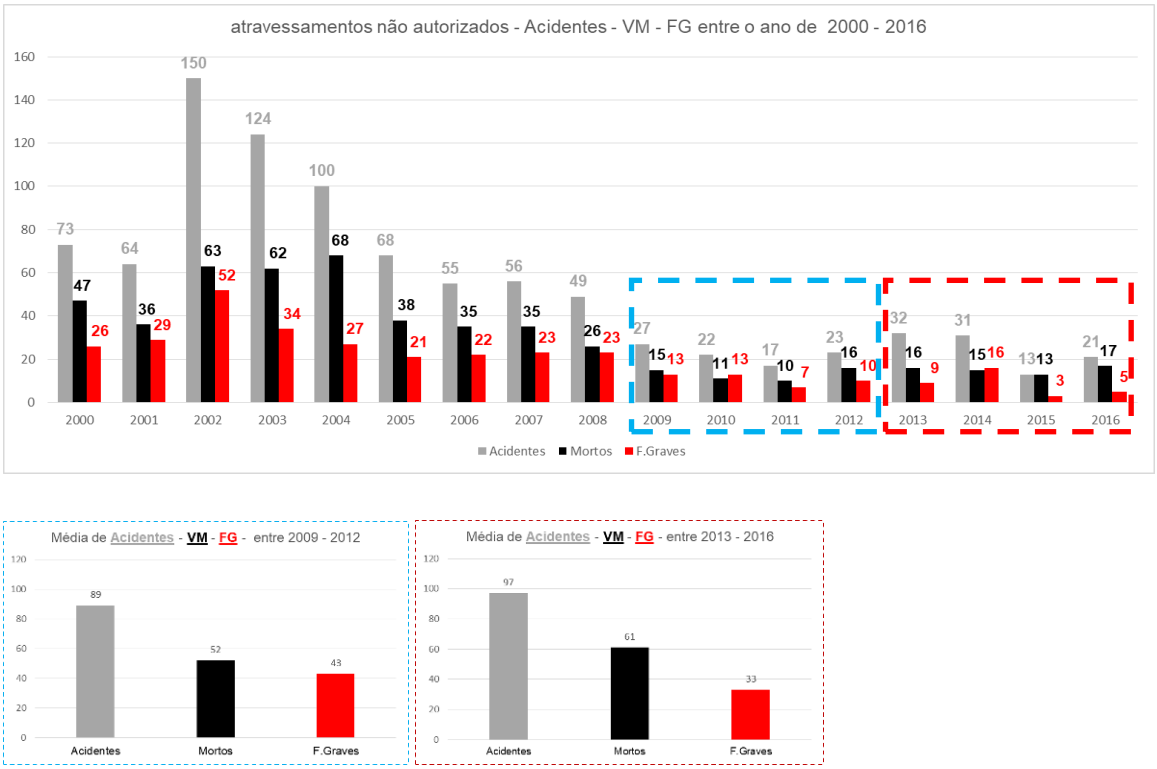


Figura 3-20 Sinistralidade entre 2000 e 2016 por Trespassing em Portugal

A dificuldade na contabilização de números de atravessamentos ilegais das vias férreas, as quais são identificados por observação dos trilhos marcados na via férrea, visualização da presença de indivíduos no interior da via férrea, ou por vezes relatadas pelos maquinistas, no entanto estes locais são confirmados através do registo de ocorrências.

Os dados expostos evidenciam o interesse em estudar, focando particularmente nas variáveis que determinam direta e indiretamente as ocorrências relacionadas com os atravessamentos não autorizados das vias férreas.

4 ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA DO “TRESPASSING”

A estrutura deste trabalho de investigação acerca do “Trespassing” na rede ferroviária nacional em Portugal, foi realizada através de um conjunto de etapas as quais tiveram inico na revisão de literatura acerca dos atravessamentos da via-férrea, tornando possível a aquisição do conhecimento dos trabalhos desenvolvidos aos dias de hoje, no seguimento desta fase inicial delineou-se uma estratégia na abordagem ao problema específico da Intrusão no domínio público ferroviário, assente em três eixos: i) Elaboração de um questionário à escala europeia, ii) Analise qualitativa dos resultados obtidos no questionário realizados aos especialistas ferroviários, iii) Análise quantitativa dos dados obtidos nas infraestruturas de Portugal e com implicações nas operações e infraestrutura ferroviária em Portugal.

4.1 Metodologia

O presente estudo é, na sua essência, um estudo sobre o fenómeno do “Trespassing”. O objecto em análise são os aspetos relacionados com a probabilidade de ocorrer “Trespassing” e a probabilidade de ocorrer um acidente por “Trespassing”, assim tornou-se necessário compreender, a partir dos respetivos pontos de vista de diversos especialistas ferroviários, quais os fatores subjacentes a estes acontecimentos (Figura 4-1).

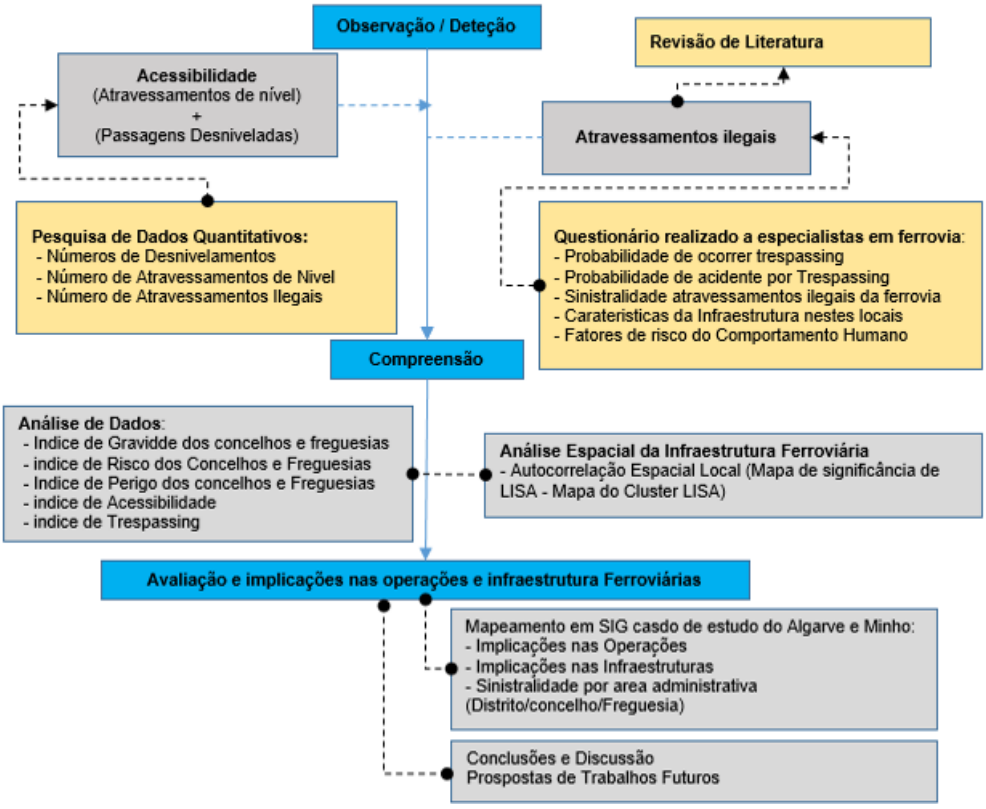


Figura 4-1 - Esquema da metodologia

Desta forma, a opção pela investigação interpretativa, centrada no significado que os especialistas dão ao fenómeno em causa, revelou-se a indicada para o desenvolvimento de um questionário nestas duas vertentes. Numa primeira fase foram submetidos para validação dos especialistas os fatores que pudessem ser incluídos no questionário.

Na fase seguinte posterior á estabilização dos fatores, foram construídos dois questionários e endereçados a vários indivíduos com funções em diversas áreas da ferroviária, todos eles foram contactados telefonicamente, o que permitiu estabelecer uma proximidade ímpar, através dos esclarecimentos e dúvidas no preenchimento dos questionários.

Em sequência da recolha destes elementos, foi efetuada uma análise qualitativa das respostas de especial interesse para elucidar sobre aspetos de natureza implícita e que não seriam facilmente expressos de outra forma. Ao longo de todo o percurso de investigação existiu da minha parte uma preocupação constante com as questões de ordem ética

Em simultâneo, foram recolhidos diversos dados específicos das duas linhas que serviram de base ao caso de estudo, nomeadamente: sinistralidade associada aos atravessamentos pedonais da via férrea; existências de passagens de nível, passagens desniveladas e locais de “trespassing”.

No caso de estudo, este será específico das linhas do Minho e Algarve, os tratamentos dos dados recolhidos serviram de base à construção do índice de acessibilidade, índices de “Trespassing”, análise exploratória dos mesmos com recurso a técnicas de planeamento e apoio aos transportes

4.2 Questionário

O objetivo do método escolhido pretendeu recolher a opinião de especialistas com uma vasta experiência no sector ferroviário, e com um conhecimento relevante da problemática dos atravessamentos ilegais, assim como das decisões assumidas e os meios utilizados, permitindo recolher uma amostra significativa e alcançar os resultados que serão de seguida apresentados.

O processo metodológico para melhor aferir as variáveis explicativas relacionadas com o fenómeno do “Trespassing” (ver anexo I), foi estruturado com base em duas abordagens distintas. A primeira está relacionada com os potenciais fatores que contribuem para a possibilidade de ocorrer “Trespassing”, a outra, é inerente à probabilidade de ocorrer acidente por “Trespassing”. O trabalho dividiu-se em 4 etapas principais:

- Elaboração de questionário
- Divulgação e Identificação de especialistas
- Recolha de dados
- Análise de resultados e discussão

4.2.1 A Estrutura e Elaboração do questionário

Nesta abordagem a pesquisa incidiui nos indicadores que melhor pudessem ser avaliados pela sua importância e posteriormente associados aos eventos passiveis de ocorrer, neste sentido optou-se por utilizar uma escala de Likert com cinco níveis. Os indicadores variam de 1 (Irrelevante); 2 (Pouco importante); 3 (Importante); 4 (Muito importante) até 5 (Essencial) e nos eventos de probabilidade também com os mesmos níveis variam de 1 (Nunca); 2 (Pouco provável); 3 (Provável); 4 (Provavelmente sim) até 5 (Muito Provável) sempre acompanhados de uma imagem ilustrativa permitindo acrescentar (outros tipos) pelo especialista mais relevantes, o questionário permite efetuar comentários ponto a ponto (Figura 4-2) fortalecendo a opção tomada anterior.

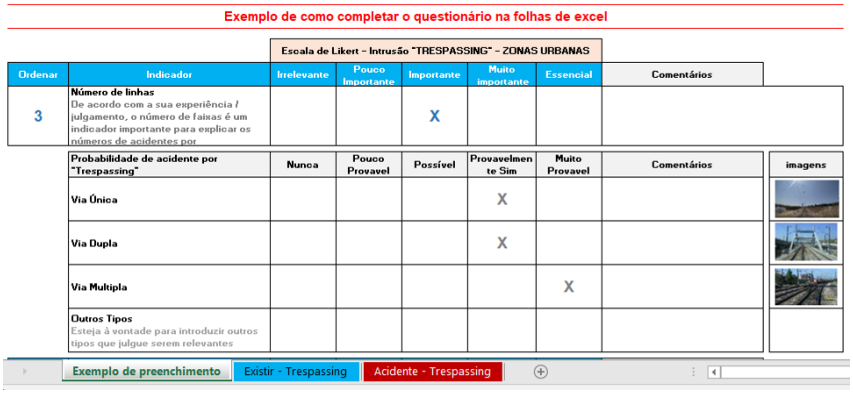


Figura 4-2 - Estrutura do questionário em Excel

Posteriormente ao preenchimento com [X] nos respetivos campos, é solicitado ao inquirido que efetue uma ponderação dos indicadores através da ordenação decrescente dos indicadores (Figura 4-3), sendo atribuído ao caso de ocorrer "Trespassing" os valores 4 =" O mais relevante"; 3; 2 e 1="O menos relevante" e no caso de acidente por "Trespassing" os valores 6=" O mais relevante"; 5;4;3; 2; e 1="O menos relevante".

Figura 4-3 - Campos de ordenação no questionário

A estrutura do questionário elaborado em Excel, facilitou a recolha da opinião e visão de especialistas em transportes sobre este fenómeno, onde a troca direta de ideias com todos os entrevistados consolidados em inúmeros comentários, permitiu obter um conhecimento generalizado das diferentes realidades das diversas redes ferroviárias, os quais não seriam possíveis de adquirir sem esta configuração.

A organização dos indicadores em duas áreas reduziu a complexidade do problema, realçando a sua magnitude para as Infraestruturas e Operações ferroviárias, esta investigação de natureza qualitativa

tornou possível efetuar análises estatísticas a partir das respostas obtidas através de um questionário fechado, É preciso lembrar que os dados do tipo Likert são ordinais, ou seja, só se pode dizer que uma pontuação é maior que a outra, e não aferir a distância entre os pontos.

A primeira parte do questionário referente à possibilidade de ocorrer "Trespassing" é constituída por quatro indicadores principais:

1) **Vedação** com 5 tipos de vedação:
   a) Tipo A - barreiras Acústicas;
   b) Tipo B – Edificações;
   c) Tipo C – Rede Bekaert;
   d) Tipo D - Galvanizada ou de galinheiro;
   e) Tipo E – Rede Ovelheira;
2) **Segurança** com 3 Instrumentos desta natureza:
   a) Ausência de sistemas de deteção de intrusão
   b) Ausência de Agentes de Segurança Ferroviária
   c) Inexistência CCTV - Vídeo Vigilância
3) **Gestão dos Atravessamentos sobre a via férrea** com 3 eventos e 1 pergunta direta:
   a) Encerramento de uma passagem de nível;
   b) Localização dos atravessamentos autorizados;
   c) Caraterísticas de atratividade dos atravessamentos desnivelados (Facilidade de utilização/conforto/Segurança);
4) **Pressão Urbana** com 2 eventos:
   a) Existência de equipamentos coletivos (Escolas / Comércio / Desporto, etc…,);
   b) Condições económicas das populações próximas de infraestruturas ferroviárias;

A segunda parte do questionário referente à possibilidade de acidente "Trespassing" é constituída por seis indicadores principais:

1) **Número de Vias** com três eventos relativos ao tipo de vias férreas:
   a) Via Única;
   b) Via Dupla;
   c) Via Múltipla (4 vias ou mais)
2) **Velocidade dos comboios** com cinco intervalos:
   a) < 50 km/h;
   b) ≥ 50 Km/h e < 100 Km/h;
   c) ≥ 100 Km/h e < 140 Km/h;
   d) ≥ 140 Km/h e < 160 Km/h;
   e) ≥ 160 Km/h
3) **Frequência de Comboios** com quatro intervalos:
   a) < 30 Comboios por dia;
   b) ≥ 30 comboios e < 60 comboios;
   c) ≥ 60 comboios e < 120 comboios;

d) ≥ 120 comboios

4) **Tempo de Exposição dentro da Via Férrea** com quatro intervalos:
   a) Andar a < 0.4 m/s;
   b) Andar a ≥ 0.4 m/s e < 0.9 m/s;
   c) Andar a ≥ 0.9 m/s and < 1.2 m/s;
   d) Andar a ≥ 1.2 m/s and < 1.5 m/s
5) **Número de pessoas** que faz "Trespassing" com três tipos de comportamentos Humanos:
   a) Um individuo "Procura ver, mas não consegue";
   b) Um individuo "Vê o comboio e tenta passar";
   c) Um individuo "Não procura ver o comboio";
6) **Tipologia de pessoa** com duas tipologias:
   a) Pessoa Voluntária;
   b) Pessoa Involuntária;

O questionário foi inicialmente apresentado a um grupo reduzido de especialistas, permitindo através do feedback recolhido melhorar alguns aspetos na sua estrutura que conduziram à versão final aqui apresentada.

4.2.2 Divulgação do questionário

O universo desta pesquisa abrangeu funcionários de empresas de infraestruturas e Operações ferroviárias Portuguesas e teve o contributo de vários membros da UIC (França, Bélgica, Holanda, UK, Suécia, USA e Romania), muito devido à extraordinária colaboração de Grigore HAVARNEANU, PhD Research Advisor - Security Division da UIC e José Pires ex-colaborador da UIC, atualmente responsável pelo gabinete de regulamentação das Infraestruturas de Portugal.

O questionário foi enviado por e-mail para funcionários afetos às áreas como Segurança Ferroviária, Safety, Security, Gestão da Rede Ferroviária, Gestão da Circulação entre outros, os quais disseminaram pelas suas redes de relacionamentos gerando um efeito " Bola de Neve", entre 15 de Novembro 2019 e 10 de Janeiro 2020, assim foram rececionados 112 emails, onde 106 (94%) responderam ao questionário completo, sendo possível utilizar as informações para este trabalho constituindo, assim, uma amostra de conveniência.

A confidencialidade dos dados foi previamente acautelada no questionário, sendo transmitido a todos os entrevistados, que iriam receber os resultados globais no final do estudo e nunca divulgadas as respostas individuais de cada pessoa.

4.2.3 Recolha de dados

Os dados recolhidos através de emails, foram devidamente analisados e validados, através da construção de dois repositórios de dados com verificação de campos em vazio, valores numéricos

nos campos de ordenação com um critério de não duplicação e inviabilização de mais que uma resposta com [X] em cada alínea utilizada.

A sua separação dos repositórios permitiu realizar uma análise individual às duas abordagens previamente definidas como a possibilidade de ocorrer “Trespassing” e acidente por “Trespassing”.

Cada repositório contém os seguintes campos sobre o entrevistado:

- O ID único para cada questionário rececionado;
- Questionário completo;
- Especialidade de cada entrevistado;
- Género do entrevistado;
- Campos individualizados para cada uma das abordagens:
    - Ocorrer “Trespassing” (42 campos)
    - Acidente “Trespassing” (66 campos)

A totalidade dos campos utilizados (112) para os questionários completos (106), permitiu ao repositório albergar cerca de (112 colunas x106 linhas) 11872 registos.

A divulgação do questionário, foi acompanhado por múltiplas entrevistas telefónicas, permitindo enquadrar o objetivo das várias questões, esclarecendo as dúvidas e clarificando as variáveis analisadas, fazendo parte do processo de recolha dos dados.

4.2.4 Análise de resultados do questionário

O anexo I apresenta de forma detalhada os resultados obtidos através do questionário, apresenta ainda uma discussão sobre as limitações da metodologia apresentada. Em síntese, os resultados permitiram clarificar as variáveis explicativas do fenómeno “Trespassing”, no que diz respeito à possibilidade e ocorrer “Trespassing”, quando ordenados decrescentemente indicam uma necessidade de intervenção homogénea ao nível da tipologia de vedação, pressão urbana, segurança e gestão de atravessamentos (Figura 4-4).

No entanto quando é obtida a opinião dos especialistas no cinco níveis da escala de likert individualmente, a opção mais escolhida no nível extremo o N5 (Essencial) recaem sobre os indicadores Tipologia de Vedação e Gestão dos Atravessamentos ambos com 25% (ver figura 30), comparativamente entre os quatro indicadores quando analisamos as opiniões conjugadas entre (N3 + N4 + N5) o nível central e os dois níveis superiores da escala de Likert, o indicador Gestão dos atravessamentos obteve 98% de respostas, ao invés a segurança que regista um valor inferior com apenas 87%.

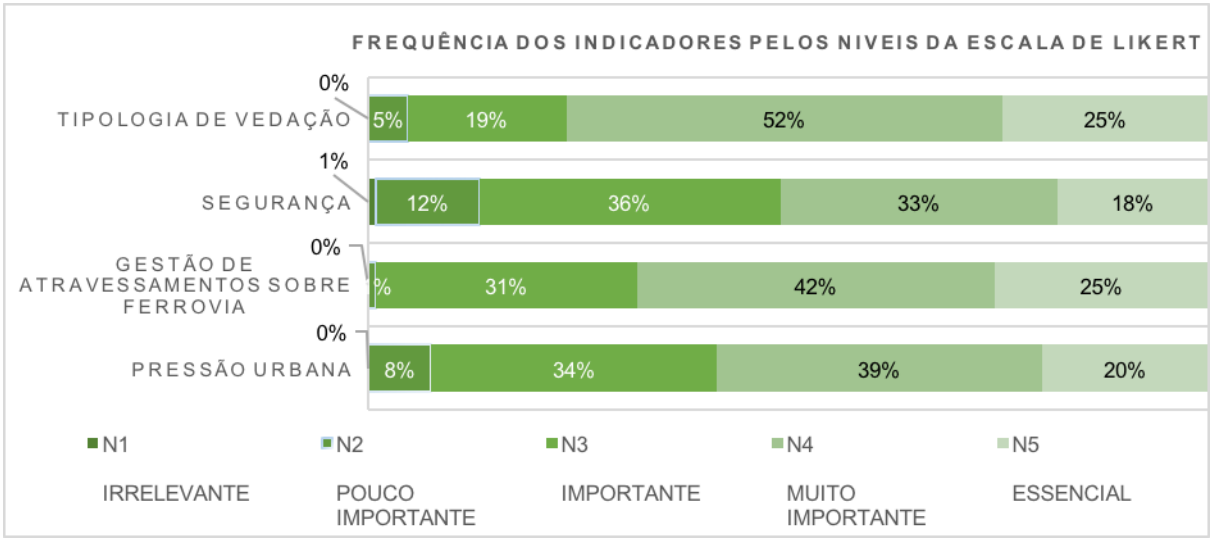


Figura 4-4 - frequência dos indicadores na escala de Likert

Na atribuição dos fatores pelos indicadores relativamente à probabilidade de acidente, a velocidade é a que apresenta maior relevância, seguida pela frequência de comboios, o tempo de exposição e o número de linhas são dois grupos homogêneos.

A maioria considera pouco relevante o tipo de pessoa (Figura 4-5). Numa análise mais em detalhe à frequência das respostas quando individualizados os indicadores, a velocidade dos comboios é o que mais se destaca, seguida da frequência dos comboios e tempo de exposição como sendo as causas mais prováveis de acidente.

Apesar dos restantes também apresentarem valores elevados, a sua subjetividade é transmitida nas respostas com valores abaixo do nível 3 (ver figura 31), reforçando a ideia que a modernização do caminho de ferro terá de passar por encontrar soluções tecnológicas e profundas alterações ao nível do comportamento humano.

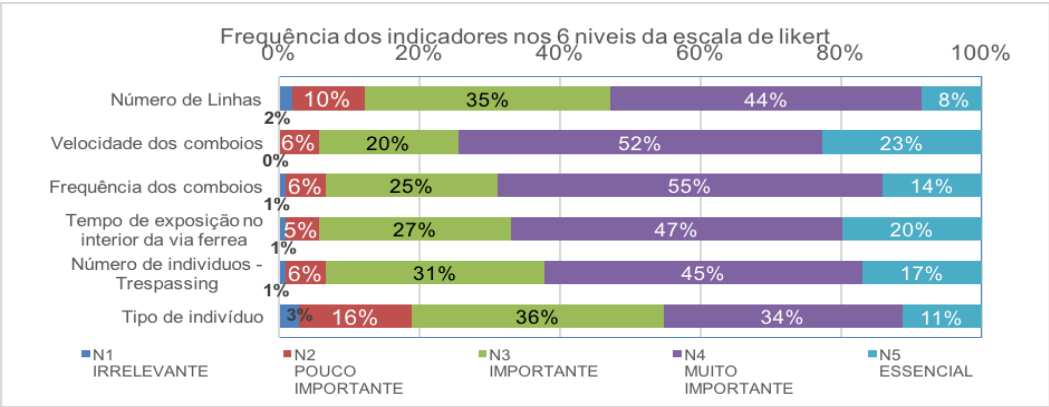


Figura 4-5 – Indicadores de acidente x Frequência na escala de likert

A opinião dos inquiridos acerca da localização dos atravessamentos desnivelados e as suas caraterísticas de conforto/segurança/facilidade de utilização, reflete as diferentes experiências e vivências individuais, onde é consolidada na distância em que o utilizador está disposto realizar para fazer o atravessamento em segurança.

Os valores obtidos revelam uma grande divergência nas opiniões (Figura 4-6), contudo é relevante a percentagem de pessoas que estão dispostas a percorrer uma distância inferior a 100 m (37%), entre 101 m e 200 m (22%), entre 201 e 500 (37%), superior a 501 somente 5%.

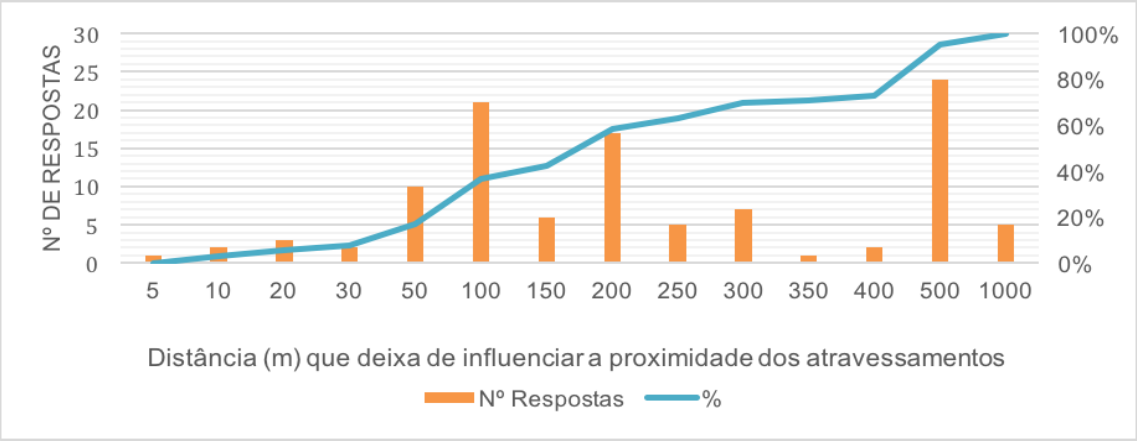


Figura 4-6 - Nº de Respostas X Distância a percorrer pelo peão X % Acumulado

Em resumo os resultados obtidos através do questionário, reforçam a importância do fenómeno do "Trespassing", com reflexo da sinistralidade de pessoas colhidas por material circulante em movimento, nos vários locais que servem de atravessamento dentro da via férrea. As variáveis analisadas contribuíram para uma análise quantitativa das acessibilidades ao longo da extensão das linhas escolhidas para o caso de estudo, sendo estas caraterizadas na visão estratégica do nosso pais na ligação de destinos de passageiros e mercadorias por via terrestre.

4.3 Caso de estudo

Os atravessamentos da via férrea, estão associados às necessidades das populações nas suas atividades sociais e económicas, a sua realização em segurança no interior da infraestrutura ferroviária é extremamente sensível à gestão da circulação, em aspetos de pontualidade e transporte de passageiros e mercadorias, assentes numa missão pré-estabelecida de redução da sinistralidade, o que obedece ao cumprimento e respeito pelas regras e normas regulamentadas para este efeito.

O caso de estudo incide numa análise em detalhe da sinistralidade, impactos dos atrasos e penalizações dos comboios, e caraterísticas da via férrea, onde ocorrem os acidentes com especial incidência nos eixos ferroviários mais significativos ao nível nacional.

O Apuramento dos índices de acessibilidade e "Trespassing", espelham o estado em que se encontra o território nacional, onde o caminho de ferro cruza os concelhos e freguesias das linhas do Minho e Algarve em particular, obtendo-se uma noção das distancias a percorrer pelas populações, na sua transição nos locais autorizados e a realização de atravessamentos ilegais ("Trespassing"), permitindo efetuar uma análise de correlação espacial, recorrendo ao software Geoda, entre eles e a extensão de via dentro das áreas geográficas confinantes.

No outro software de georreferenciação (Arcgis), foram introduzidos os dados apurados relativos aos índices de Gravidade, Risco e perigosidade, inerentes às linhas do Minho e Algarve, ilustrando os concelhos e freguesias, com maiores níveis de sinistralidade por extensão de via e locais de "Trespassing".

4.3.1 Etapas do estudo

4.3.1.1 Etapa 1 – Pesquisa e tratamento de dados

Os elementos de caraterização dos atravessamentos de nível e passagens desniveladas da infraestrutura, foram consultados em diversas aplicações das infraestruturas de Portugal, posteriormente analisados e tratados para que possam fornecer informações com vista a responder às indagações relativas à construção de um índice de acessibilidade, afetos à transposição da via-férrea (passagem superiores, inferiores e de nível).

Os dados de sinistralidade serão recolhidos principalmente a partir do relatório diário de circulação, emitido pelo gestor das infraestruturas de Portugal S.A., ou através de consultas ao Instituto de Nacional de Estatística na rubrica dos transportes e ou relatórios do Instituto de Mobilidade e Transportes Terrestres (IMTT) referentes aos acidentes com colhidas por material circulante, sendo estes elementos fundamentais na aplicação do índice de gravidade, índice de risco e índice de perigo.

Os dados estatísticos das áreas administrativas (Distritos, Concelhos e freguesias) serão obtidos através do instituto nacional de estatística com recurso aos censos realizados em 2011, onde constam informações relativas a densidade populacional, habilitações literárias, emprego, atividades económicas especificas da população.

Os fatores de risco do comportamento humano a serem analisados no caso do "Trespassing", são similares aos que atualmente estão associados aos atravessamentos autorizados da via-férrea, nomeadamente passagens de nível e atravessamentos entre plataformas dentro de estação.

As bases de dados a compilar englobam três grandes áreas de informação: os atravessamentos autorizados, não autorizados, a sinistralidade dos atravessamentos não autorizados e as zonas populacionais na proximidade do caminho-de-ferro.

O cruzamento entre as diferentes bases de dados, através das ferramentas de SIG, permitirá aferir a magnitude do risco em Portugal, e promover uma atuação mais abrangente ao nível nacional e que possa ser replicada noutras redes ferroviárias, alterando a situação atual ao nível nacional, contribuindo de forma relevante e consistente para a redução da sinistralidade na europa. As causas, os motivos e os hábitos das populações apresentam um grau de dificuldade acrescido, na sua resolução podendo em certos casos ser inviáveis, pela dinâmica motivacional das populações não convergirem com ações impeditivas, dissuasoras, de sensibilização ou até no limite as alternativas não servirem toda uma população de uma zona próxima do caminho-de-ferro.

O tratamento dos dados existentes e dispersos, e a identificação geográficas dos locais de “Trespassing” e zonas onde ser registam os acidentes por colhida por material circulante em movimento,

Identificação dos locais permitirá identificar fatores de risco associados ao comportamento humano na proximidade das instalações e operações ferroviárias.

4.3.1.2 Etapa 2 – Análise dos dados

Nesta fase serão estabelecidos os índices de Gravidade, Risco e Perigosidade na proximidade da infraestrutura, suportados pelos acidentes e caraterísticas e tipologia dos locais onde estes ocorrem, nomeadamente os trajetos retilíneos ou circulação ao longo da via, relacionados com as frequências das operações ferroviárias e variação dos tipos de material circulante, conjugadas com as velocidades praticadas, permitindo aferir as probabilidades de ocorrência de um acidente nestes locais e prever os impactos negativos dos atrasos, à normal circulação de comboios nas diferentes linhas com exploração ferroviária, permitindo identificar a vulnerabilidade da rede ferroviária.

O estabelecimento dos níveis de acessibilidade na proximidade dos locais onde se registam os acidentes por “Trespassing”, serão tidas em conta as distâncias a percorrer até aos locais autorizados a montante e jusantes onde se pode efetuar o atravessamento em segurança, ou seja nos atravessamentos de nível e desnivelados, estes últimos comparando a sua qualidade e atratividade de utilização, por diferentes tipologias das população com recurso aos censos de 2011.

A análise estatística, terá como suporte tecnológico os sistemas de informação geográfica, na introdução dos dados de census 2011 em todo o território nacional, os quais sejam abrangidos pelo caminho de ferro.

Os softwares identificados para realizar a análise espacial da infraestrutura e operações ferroviárias, são os seguintes:

- O Geoda uma vez projetado para implementar técnicas de análise exploratória de dados espaciais (ESDA) em dados de rede (pontos e polígonos). Este programa gratuito fornece uma interface amigável e gráfica aos métodos de análise descritiva de dados espaciais, tais como estatísticas de autocorrelação espacial, bem como a funcionalidade básica de regressão espacial. A versão mais recente contém vários novos recursos, como um cartograma, um filme de mapa refinado, plotagem de coordenadas paralelas, visualização 3D, gráficos condicionais (e mapas) e regressão espacial.
- O ARCGIS Este software permite diversas as análises que se podem realizar no modelo de dados vetorial e estas funções de análise podem ser de sobreposição, proximidade, de extração ou fusão, de redes e de estatística, no mapeamento dos índices de Perigo, Probabilidade de Acidente, Índice de risco da Infraestrutura Ferroviária e Nível de Acessibilidade na proximidade das infraestruturas ferroviárias.

O modelo de dados vetorial representa a informação do mundo real a partir de três tipos de objetos (Figura 4-7) pontos, polígonos e linhas. Estes objetos são representados num sistema cartográfico e cada um apresenta coordenadas únicas, que permitem que esta informação gráfica se encontre codificada por uma sequência de pontos coordenados X, Y.

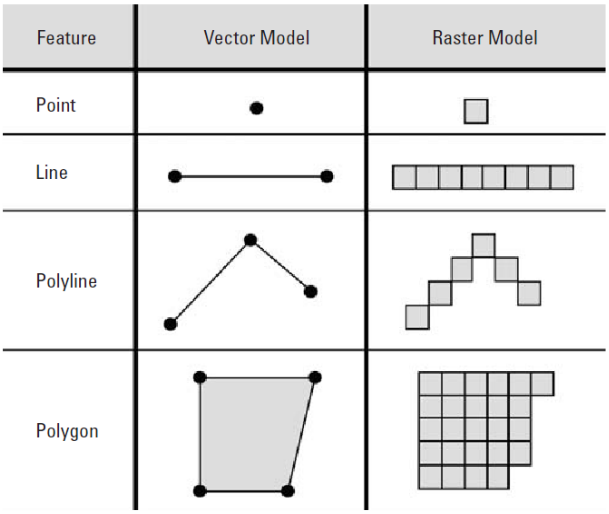


Figura 4-7 - Objetos do Sistema de Informação Geográfico

Os dados espaciais ou dados geográficos apresentam características diferentes de outros tipos de dados de informação, uma vez que incluem a localização espacial de um determinado fenómeno, neste caso com aplicação direta ao “Trespassing”.

4.3.1.3 Etapa 3 – Discussão de resultados e redação final da dissertação

As conclusões e discussão dos resultados, será uma reflexão sobre os impactos deste fenómeno na exploração ferroviária, observando os constrangimentos conjuntamente entre o comportamento humano e a implicação no dimensionamento das infraestruturas ferroviários, apresentando resultados que possam servir de suporte a uma estratégica com vista a tornar este modo de transporte mais competitivo.

A redação da dissertação, será elaborada com recurso a elementos que compõem os capítulos 2 e 3, e complementadas com mais informação recolhida através da revisão de literatura continua, por forma a compreender melhor todos os atributos relacionados com as externalidades negativas, nomeadamente os atrasos provocados por acidentes com pessoas colhidas por material circulante em movimento, assim como a problemática dos atravessamentos de nível, dentro de uma sistema complexo como o ferroviário.

A redação da dissertação será desenvolvida numa análise profunda às alternativas atuais que afetam o comportamento humano na proximidade das instalações e operações, e que do ponto de vista dos gestores das infraestruturas ferroviárias contribuem para um processo de degradação continua da sua infraestrutura, com ciclos de frenagem e aceleração, originando maiores consumos de energia, internalização de custos associados aos atrasos e supressões de comboio tornando o

sistema ferroviário pouco eficiente e afetando diretamente a pontualidade horária e imagem das empresas encarregues pela gestão das infraestruturas e operações ferroviárias.

4.3.2 Análise da sinistralidade pedonal na RFN entre 2005 e 2015

Em termos gerais, a recolha de informação dos acidentes na rede ferroviária nacional portuguesa, com recurso aos relatórios diários de circulação, e através de uma análise minuciosa, com posterior classificação das tipologias dos atravessamento de nível da via férrea, expressa nos acidentes de pessoas colhidas por material circulante em movimento entre os anos 2005 e 2015, tendo sido excluídos os suicídios, acidentes de trabalho com operários da ferrovia e quedas à linha ou de comboios, traduzem números preocupantes e associados aos perigos dos diferentes tipos de atravessamentos caraterizados em locais autorizados (PNV – passagens de nível e ATV – Atravessamentos entre plataformas) e Ilegais (TRE - “Trespassing”).

Se nos casos dos atravessamentos autorizados a legislação obriga a atenção especifica dos utilizadores nestes locais, e onde os gestores da ferrovia estão obrigados a criar reforçados níveis de segurança tais como: qualidade dos pavimentos, avisos automáticos ou na sua ausência sinalética apropriada e condições de visibilidade de aproximação dos comboios, o mesmo se aplica aos locais de atravessamentos ilegais, onde em casos muito específicos surgem avisos nos termos da lei, acerca da pratica deste crime, estabelecendo as respetivas coimas por infração da lei, contudo o desrespeito por esta tipologia de sinalização, é muito perigoso para as pessoas, uma vez que os maquinistas não estão informados da sua presença, obrigando-o a silvar na presença de perigo.

Neste sentido o resultado da distribuição dos acidentes pedonais pelas três classificações, representam 10,87% nos atravessamentos entre plataformas, 23,91% nas passagens de nível e 65,22% nos locais não autorizados (Figura 4-8).

ANO	ATV	PNV	TRE	TOTAL
2005		14	53	67
2006		11	34	45
2007	7	16	45	68
2008	11	11	16	38
2009	4	11	25	40
2010	10	9	7	26
2011	5	4	11	20
2012	3	9	27	39
2013	2	3	22	27
2014	3	7	16	26
2015		4	14	18
TOTAL	**45**	**99**	**270**	**414**

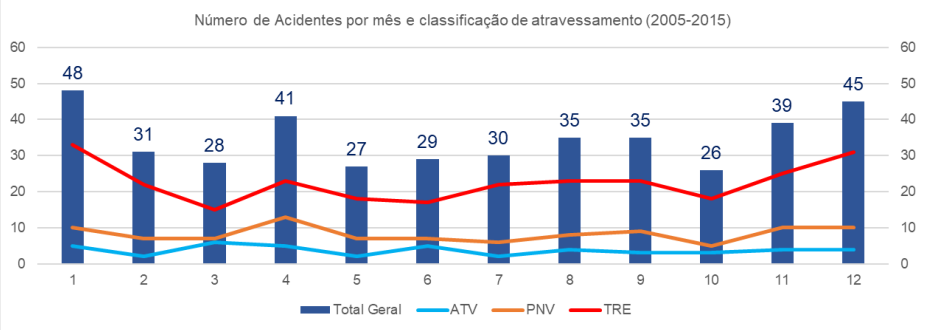
- Fonte: Dados das infraestruturas de Portugal

Figura 4-8 - Número de acidentes com pessoas colhidas por classificação de atravessamento

A probabilidade do número de acidentes em média por ano no atravessamento de nível na via férrea pedonalmente, e segundo os dados recolhidos entre 2005 e 2015, situa-se nos 4 acidentes em Atravessamentos entre plataformas (ATV), 10 acidentes em passagens de nível (PNV) e 27 acidentes

por “Trespassing” (TRE), assim os acidentes em locais não autorizados representam em média superior 2 acidentes por mês, considerado como um valor muito elevado nas instalações e operações ferroviárias.

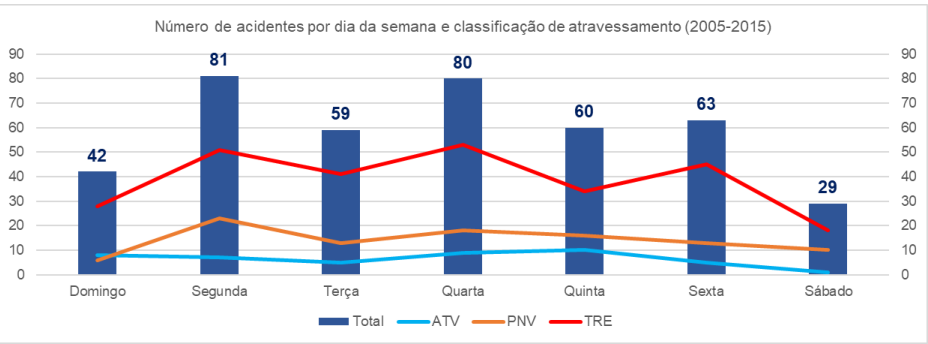
Em análise à distribuição dos acidentes por meses (Figura 4-9), constata-se que o período de inverno (novembro a janeiro) regista o maior número de acidentes, sendo o mês de março, agosto e setembro meses de forte probabilidade, podendo estar associados a questões climatéricas como chuva e nevoeiro, e épocas sazonais (verão).



- Fonte: Dados das infraestruturas de Portugal

Figura 4-9 - Distribuição dos acidentes por meses do ano

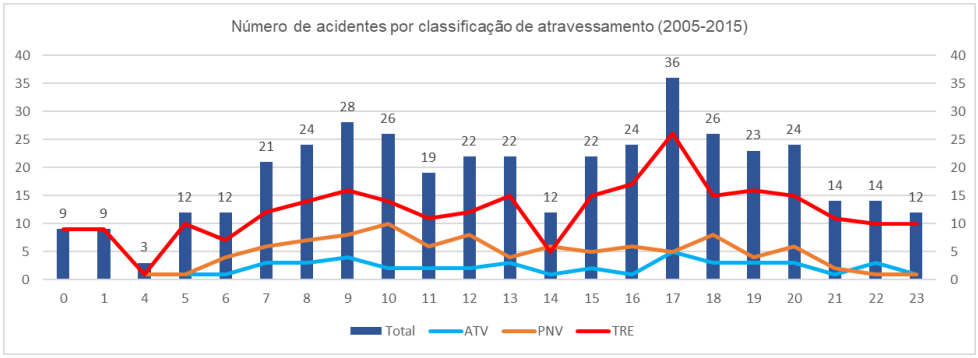
Os casos de acidente em atravessamentos de nível na via férrea, quando distribuídos por dia da semana (Figura 4-10), observa-se que os mesmos ocorrem com maior incidência às segunda feira e quarta feira



- Fonte: Dados das infraestruturas de Portugal

Figura 4-10 - Distribuição Semanal dos acidentes

Em termos da distribuição horária (Figura 4-11) de todos os acidentes pedonais ao longo deste período de 10 anos, constata-se que existe uma maior incidência nos períodos da manhã (7h-10h) e tarde (17h-20h), sendo o período das 17 horas o que regista maior número de acidentes, assim os períodos designados de hora de ponta, talvez possam ser justificados pelos movimentos pendulares (casa-trabalho ou escola) das pessoas na sua generalidade.



- Fonte: Dados das infraestruturas de Portugal

Figura 4-11 - Distribuição Horária dos acidentes

Os acidentes em passagens de nível e atravessamentos entre plataformas são eventos raros nos períodos compreendidos entre as 23h e as 6h, podendo ser explicados pela fraca utilização nas passagens de nível e pouca afluência de passageiros nas estações, contudo no período da manhã estes apresentam maior incidência, com especial relevância nas passagens de nível, possivelmente relacionados com as atividades das pessoas nas suas proximidades.

4.3.3 Mapa de Calor de acidentes por Trespassing

O mapeamento geográfico de todos os acidentes classificados como “Trespassing” na rede ferroviária nacional portuguesa, registados entre o ano de 2001 e 2019, onde foram excluídos os acidentes em Atravessamentos entre plataformas e passagens de nível, permite observar uma forte incidência nas áreas urbanas do grande porto e lisboa (Figura 4-12), onde se inserem as linhas com maior circulação de comboios e densidade populacional, sendo a área metropolitana de lisboa aquela que apresenta maior dimensão.

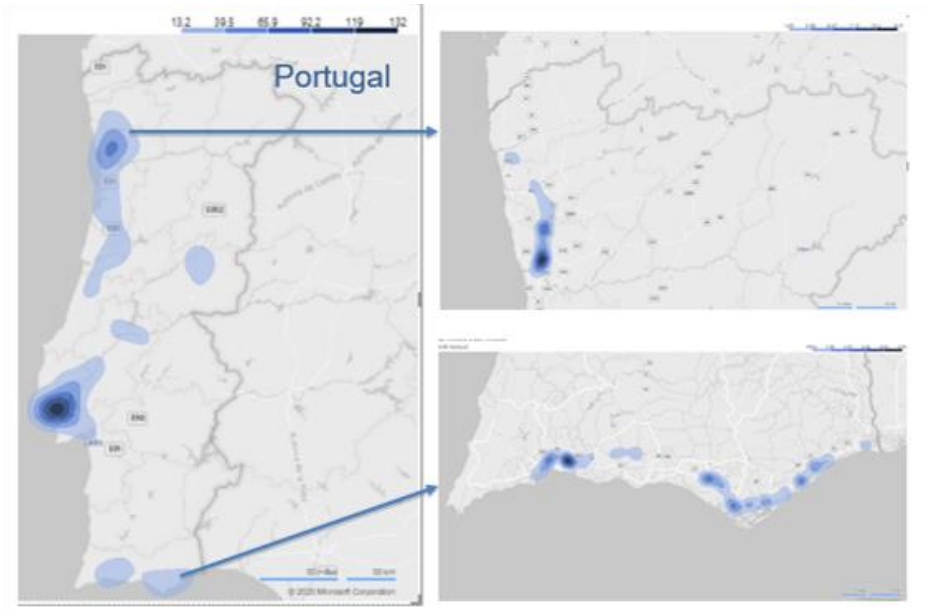


Figura 4-12 - Mapa de calor dos acidentes por “Trespassing” 2000-2019

As linhas de Cascais, Sintra, Cintura, linha do Norte Lisboa (St Apolónia até azambuja), sul (Campolide até setúbal) e Alentejo(Barreiro até ao Pinhal Novo) , foram as que registaram o maior número de acidentes por “Trespassing”, pese embora a linha do norte registar uma mancha considerável nas zonas de Coimbra, Aveiro, Ovar, Espinho e Gaia, também facilmente explicável pela forte pressão urbanística e circulação de comboios nestes locais.

A área metropolitana de lisboa, em especial na linha de Sintra (entre cacem e lisboa rossio) teve uma redução considerável nos acidentes por Trespassing” pelo elevado investimento em barreiras acústicas e vedações (muros de cimento e rede bekaert) em plena via, no entanto o fenómeno do “Trespassing” tem sido mais observado nesta via no interior das estações, onde se registam alguns acidentes por atravessamento entre plataformas.

A linha de cascais, linha de cintura, linha do norte até à azambuja, linha do sul e linha do Alentejo continuam a registar inúmeros acidentes por “Trespassing” em plena via, onde o aumento da pressão urbana, motivada pelo crescimento de áreas comerciais e equipamentos coletivos, aumentam as motivações de “Trespassing”, conforme se pode ver através de imagens da google entre 2002 e 2019 no caso especifico da linha do Alentejo entre o barreiro e pinhal novo (Figura 4-13), que quando conjugadas ao comportamento humano na utilização dos desnivelamentos pelo seu conforto, segurança e facilidade de utilização, são potenciais pontos de conflito para a segurança das pessoas na proximidade das instalações e operações ferroviárias.

Figura 4-13 - Novos locais de Trepassing após supressão de uma Passagem de Nível

A área metropolitana do porto, apresenta também um forte índice de sinistralidade por “Trespassing” com especial incidência na linha do Norte no troço de Ovar a Gaia, linha de leixões e linha do Minho onde o troço ferroviário compreendido entre Porto Campanhã e Nine regista atualmente um decréscimo no número de acidentes por “Trespassing” devido ás intervenções associadas à vedação do canal ferroviário, nos últimos anos.

As operações ferroviárias devem ser acauteladas, tendo em vista a extensão de via férrea e velocidades praticadas nestes locais, onde no passado recente os indivíduos detinham hábitos de circular e atravessar a via ferra no melhor situo para as suas deslocações pedonais, a densidade da população e o seu envelhecimento, requerem maiores preocupações e vedar o canal ferroviário.

Velocidade Máxima no local do acidente Km/h	∑ - acidentes	∑ - Mortos equivalentes (FWI*)
30	1	1,000
45	2	1,100
50	2	2,000
60	7	4,300
70	4	1,110
80	27	18,420
90	104	70,750
100	35	28,605
105	1	1,000
110	26	17,710
120	42	30,930
125	1	2,000
130	3	0,205
140	86	58,645
150	1	1,000
160	26	15,020
170	3	1,110
180	1	0,100
190	2	2,005
200	31	25,720
220	34	26,620
Total Geral	439	309,350

* FWI = 1 Morto + (1 Ferido Grave / 10) + (1 Ferido Ligeiro / 200)

- Fonte: Dados das infraestruturas de Portugal

Quadro 4-1 - Distribuição dos acidentes X FWI por patamares de velocidade

As áreas urbanas, que são atravessadas pelo caminho de ferro, iram desenvolver dinâmicas de “Trespassing”, não só no número de indivíduos, como os aspetos ligados à sinistralidade que incutem uma imagem negativa ao setor da ferrovia, pela sensação de exclusão social, onde a população não se revê nas acessibilidades implementadas perto de si.

A redução da sinistralidade nestas vias, devem ser suportadas num modelo de regressão linear negativa, contrastando com o aumento da população e frequência de comboios, onde a redução expetável dos atravessamentos de nível pela alternativa dos desnivelamentos sobre a via férrea, podem não são eficazes nos movimentos pedonais diários, como seja a pesca a agricultura ou acessos a áreas comerciais entre outros aspetos ligados às suas atividades e costumes dos habitantes nestes municípios.

A proximidade das populações abrangidas pelo efeito de barreira da rede ferroviária, o seu comportamento, a gestão dos atravessamentos de nível ou atravessamentos desnivelados, e a tipologia de vedações, serão aspetos a ter em conta na modernização desta via ferrea.

Ano	∑ - acidentes em Plena Via	∑ - acidentes em Estação/Apeadeiro	∑ - Causa do acidente Atravessava a via	∑ - Causa do acidente Circulava a pé	Total Geral
2001	19	5	12	12	24
2002	29	5	23	11	34
2003	25	5	17	13	30
2004	35	3	32	6	38
2005	45	3	30	18	48
2006	28	3	20	11	31
2007	32	5	16	21	37
2008	13	2	8	7	15
2009	16	5	11	10	21
2010	5		2	3	5
2011	7	3	4	6	10
2012	13	10	14	9	23
2013	10	10	10	10	20
2014	10	6	12	4	16
2015	6	7	6	7	13
2016	11	4	9	6	15
2017	5	10	13	2	15
2018	8	9	12	5	17
2019	11	16	21	6	27
Total Geral	328	111	272	167	439

- Fonte: Dados das infraestruturas de Portugal

Quadro 4-2 - Distribuição por ano dos acidentes local X comportamento da vítima

Os Índices de Acessibilidade e “Trespassing”, estabelecem a conjugação da totalidade dos atravessamentos ao longo da extensão da via férrea, servindo estes de suporte ao caso de estudo, em primeiro permitindo aferir o numero de acessos por quilometro de via, e posteriormente relacionados com as distâncias medias a percorrer pelas populações próximas do caminho de ferro, para realizarem o atravessamento da via férrea, em segundo obter o conhecimento da significância estatística de correlação espacial nas tipologias de acessos contíguos no interior dos concelhos e freguesias vizinhos.

4.3.4 Impactos da sinistralidade pedonal nas operações ferroviárias

Os impactos apurados dos acidentes nas operações ferroviárias, são aferidos em atrasos e comboios penalizados, os valores nas últimas duas décadas referentes aos acidentes com pessoas em locais não autorizados são extremamente elevados, criando elevados níveis de stress para as tripulações, passageiros, gestores de emergência local, operadores nos centros de comando operacional.

Em resumo, os importantes custos sociais associados aos atrasos vão muito além do prejuízo direto para o operador relativamente à devolução do valor dos títulos de transporte, penalizações contratuais ou problemas logísticos, assim os atrasos para os utilizadores assumem custos muito altos quase sempre não quantificados completamente.

Ano	∑ - comboios penalizados	∑ - Atrasos em minutos dos comboios penalizados
2001	390	7340
2002	773	21791
2003	353	6588
2004	527	5069
2005	668	11193
2006	391	9313
2007	509	10765
2008	181	3479
2009	351	8420
2010	30	623
2011	148	3014
2012	531	6857
2013	528	7564
2014	457	5494
2015	431	7821
2016	332	4722
2017	487	8090
2018	253	5113
2019	924	14329
Total Geral	8264	147585

- Fonte: Dados das infraestruturas de Portugal

Quadro 4-3 - Impactos globais por ano dos acidentes na circulação ferroviária

Os comboios de passageiros envolvidos num acidente, criam sensações ímpares nos seus utilizadores, que dificilmente se esquecem desses momentos durante a sua retenção dentro dos comboios, onde alguns perdem os enlaces a outros operadores rodoviários e aéreos no destino da sua viagem, e podendo originar devoluções dos títulos de transporte em atrasos superiores a 30 minutos.

Tipo Comboio no Acidente	∑ - Comboios Penalizados	∑ - Atrasos em minutos dos comboios penalizados
Internacionais Rapidos	16	208
Nacionais Alta Qualidade	1189	18596
Nacionais Inter-Cidades	808	24570
Nacionais Inter-Regionais	310	5085
Nacionais Regionais	1421	27252
Nacionais Suburbanos	3801	51162
Marcha Especial	251	2823
Mercadorias	288	13162
N/D	180	4727
Total Geral	8264	147585

- Fonte: Dados das infraestruturas de Portugal

Quadro 4-4 - Distribuição dos acidentes e FWI por tipologia de comboio

Os comboios de mercadorias quando envolvidos num acidente, criam um stress acrescido no agente de condução que se encontra sozinho, sem poder sair da composição e desconhecendo o estado da vítima. No que respeita custos de logística estes são extremamente elevados conforme as mercadorias transportadas, e criam enormes dificuldades na sua chegada a destino, onde os processos de carga e descarga ficam reféns dos horários dos seus operários e onde as matérias primas se podem deteriorar.

4.3.5 Índice de Acessibilidade

O índice de acessibilidade (IA) ao longo a via férrea tem por base a unidade Km, calculado através da seguinte fórmula:

$$IA = \frac{NAC}{Extensão\ de\ via\ ferrea\ (km)} \qquad \text{equação (1)}$$

Onde, $NAC = NPD^{*} + NPN^{**}$

* Número de passagens desniveladas (NPD) classificadas em: PI – passagem inferior; PIP – passagem inferior de peões; PS – passagem superior; PSP – passagem superior de peões.

** Número de passagens de nível (NPN)

A distância média ($DMAC$) entre os atravessamentos (AC) resulta do quociente da extensão de via em metros e o número de atravessamentos (NAC) existentes, a distância real dos acessos ($DRAC$) calculada pela diferença do ponto quilométrico (PK) do atravessamento a montante ($PKAC0$) e o jusante ($PKAC1$), no sentido crescente da via férrea para todos os acessos (AC), calculado através da seguinte fórmula:

$$DMAC = \frac{extensão\ de\ via\ ferrea\ (m)}{NAC} \qquad \text{equação (2)}$$

Onde, $DRAC = PKAC0 - PKAC1$

Para o cálculo da variância (S^2) e desvio padrão (Dp), através da diferença entre a distância real ($DRAC$) e a distância média ($DMAC$), aplica-se as seguintes formulas:

$$S^2 = \frac{\sum(DRAC\text{-}DMAC)^2}{n\text{-}1}$$ equação (3)

$$Dp = \sqrt{\frac{\sum(DRAC-DMAC)^2}{n}}$$ equação (4)

A formulas estabelecidas para aferição das acessibilidades, serão aplicadas nos concelhos e freguesias próximas da extensão de via férrea, e posterior utilização em sistemas de informação geográfica, sendo as distâncias médias e reais associadas a estes locais autorizados para atravessar a via férrea, visualizadas em quadros para análise no caso de estudo.

4.3.6 Índice de Trespassing

O índice de "Trespassing" (IT) sobre a via férrea tem por base a unidade km, calculado através da seguinte formula:

$$IT = \frac{NTR*}{Extensão\ de\ via\ ferrea\ (km)}$$ equação (5)

Onde, NTR = o número de locais de "Trespassing" ao longo da via férrea.

A distância média ($DMTR$) entre os locais de "Trespassing" (TR) resulta do quociente da extensão de via em metros e o número de atravessamentos (NTR) existentes, sendo a distância real dos acessos ($DRTR$) calculada pela diferença do ponto quilométrico (PK) do atravessamento a montante ($PKTR0$) e o jusante ($PKTR1$), obtida tendo em consideração o sentido crescente da via férrea para todos os acessos ilegais (TR), calculado através da seguinte fórmula:

$$DMTR = \frac{extensão\ de\ via\ ferrea\ (m)}{NTR}$$ equação (6)

Onde, $DRTR = PKTR0 - PKTR1$

Para o cálculo da variância (S^2) e desvio padrão ($DpAC$), através da diferença entre a distância real (*DRTR*) e a distância média (*DMTR*), aplica-se as seguintes formulas:

$$S^2 = \frac{\sum(DRTR\text{-}DMTR)^2}{n\text{-}1} \qquad \text{equação (7)}$$

$$DpAC = \sqrt{\frac{\sum(DRTR-DMTR)^2}{n}} \qquad \text{equação (8)}$$

A formulas estabelecidas para aferição do “Trespassing”, serão aplicadas nos concelhos e freguesias próximas da extensão de via férrea, e posterior utilização em sistemas de informação geográfica, sendo as distâncias médias e reais associadas aos locais de “Trespassing”, visualizadas em quadros para análise no caso de estudo.

4.3.7 Índice de Acessibilidade na linha do Minho

A linha do Minho tem uma extensão de 133,577 km compreendida em dois troços Porto Campanhã-São Bento com 2,668 km e Porto Campanhã-Valença(fronteira) com 130,909 km, sendo 41,181 km em via múltipla e 92,396 km em via única, que atravessa os distritos do Porto, Braga e Viana do castelo, cruza 11 concelhos e através das suas 57 freguesias, servindo as suas populações com cerca de 196 mil habitantes conforme censos de 2011.

As Passagens desniveladas (PD) em 31 de dezembro de 2019, disponíveis ao atravessamento pedonal ao longo da extensão de via férrea na linha do Minho, eram cerca de 164, tendo como função:

- PI (n=70) – Passagem inferior 43%;
- PIP (n=25) – Passagem inferior exclusiva a peões 15%;
- PS (n=56) – Passagem superior 34%;
- PSP (n=13) – Passagem superior exclusiva a peões 8%;

Em acréscimo, nesta data existem 52 passagens de nível todas elas permitem a utilização pedonal, assim aplicando as fórmulas (equação 1 e 2), ao conjunto de atravessamentos autorizados (n=216) na linha do Minho, obtém-se um *IA* global de 1.617 , com uma distância média de 618 metros entre Passagens de Nível e o desnivelamento.

$$IA = \frac{NAC}{Extensão\ de\ via\ ferrea\ (km)} = \frac{216}{133{,}577} = 1{,}617$$

$$DMAC = \frac{extensão\ de\ via\ ferrea\ (m)}{NAC} = \frac{133577}{216} = 618$$

$$S^2 = \frac{\sum(DRAC - DMAC)^2}{n-1} = \frac{70365533}{216-1} = 327281$$

$$Dp = \sqrt{\frac{\sum(DRAC - DMAC)^2}{n}} = \sqrt{\frac{70365533}{216}} = 571$$

4.3.8 Índice de Acessibilidade nos Municípios do Minho

Os índices de acessibilidade nos concelhos da linha do Minho, constata-se que Gondomar, Valongo e Porto, são os que têm maior índice de acessibilidade. No entanto as maiores distâncias a percorrer pela população incidem nos municípios de Vila Nova de Cerveira, Trofa e Maia (ver quadro 12).

Cod_Linha	Concelho	NAC	População	Via_ferrea (Km)	IA(km)	DMAC(m)	DpAC
11	PORTO	4	97364	2,668	1,49925	667	327
12	BARCELOS	36	44111	25,527	1,41029	709	623
12	CAMINHA	24	11365	17,867	1,34329	744	692
12	GONDOMAR	6	50713	2,706	2,21701	451	367
12	MAIA	6	33011	4,819	1,24516	803	514
12	PORTO	11	32659	3,531	3,11513	321	389
12	TROFA	11	31536	9,191	1,19684	836	977
12	VALENÇA	14	6420	7,380	1,89694	527	378
12	VALONGO	14	38798	3,300	4,24270	236	429
12	VIANA DO CASTELO	39	54033	27,525	1,41687	706	564
12	VILA NOVA DE CERVEIRA	12	6554	12,300	0,97560	1025	850
12	VILA NOVA DE FAMALICÃO	39	36327	16,763	2,32656	430	331

Quadro 4-5 - índice de acessibilidade e distâncias médias nos concelhos da linha do Minho

Nas freguesias pertencentes aos concelhos da linha do Minho atravessadas pelo caminho de ferro, cerca de 47% delas apresentam índices de acessibilidade inferiores e distâncias médias superiores às aferidas para a globalidade da linha.

4.3.9 Índice de "Trespassing" nos municípios da Linha do Minho

Na linha do Minho o número de locais de não autorizados ao longo da sua extensão de linha férrea (133577 metros) aferidos foram 168, assim aplicando as fórmulas, resulta nos seguintes valores.

$$IT = \frac{NTR}{Extensão\ de\ via\ ferrea\ (km)} = \frac{168}{133,577} = 1,258$$

$$DMTR = \frac{extensão\ de\ via\ ferrea\ (m)}{NTR} = \frac{133577}{168} = 795$$

$$S^2 = \frac{\sum(DRTR-DMTR)^2}{n-1} = \frac{203418926}{168-1} = 1218077$$

$$Dp = \sqrt{\frac{\sum(DRTR - DMTR)^2}{n}} = \sqrt{\frac{203418926}{168}} = 1100$$

A aferição dos resultados ao nível dos concelhos, registam-se índices preocupantes onde os concelhos de Porto, Gondomar, Maia, Trofa Valença, Valongo e Vila Nova de Famalicão apresentam índices de “Trespassing” elevados (ver Quadro 4-6).

Cod_Linha	Concelho	*NTR*	Populacao	Via_Ferrea(km)	IT(Km)	DMTR(m)	DpTR
11	PORTO	6	97364	2,668	2,249	445	224
12	BARCELOS	13	44111	25,527	0,509	1964	1359
12	CAMINHA	5	11365	17,867	0,280	3573	1718
12	GONDOMAR	14	50713	2,706	5,173	193	250
12	MAIA	8	33011	4,819	1,660	602	482
12	PORTO	6	32659	3,531	1,699	589	424
12	TROFA	19	31536	9,191	2,067	484	427
12	VALENÇA	13	6420	7,380	1,761	568	497
12	VALONGO	14	38798	3,300	4,243	236	354
12	VIANA DO CASTELO	32	54033	27,525	1,163	860	1246
12	VILA NOVA DE CERVEIRA	12	6554	12,300	0,976	1025	2185
12	VILA NOVA DE FAMALICÃO	26	36327	16,763	1,551	645	747

Quadro 4-6 - Índice de “Trespassing” nos concelhos da linha do Minho

Nas freguesias dos municípios da linha do Minho, cerca de 50% freguesias apresentam um número de locais de “Trespassing” muito elevado.

4.3.10 Índice de Acessibilidade na Linha do Algarve

A linha do Algarve tem uma extensão de 139,900 km compreendida em dois troços Tunes-Lagos (451) 45,321 km e Tunes-Vila Real de Santo António com 94.579 km, ambos em via única, que atravessa o distrito de Faro, cruza 11 concelhos e através das suas 30 freguesias, servindo as suas populações com cerca de 406 mil habitantes conforme censos de 2011.

As Passagens desniveladas (PD) em 31 de dezembro de 2019, disponíveis ao atravessamento pedonal ao longo da extensão de via férrea na linha do Algarve, eram cerca de 69, tendo como função:

- PI (n=30) – Passagem inferior 43%;
- PIP (n=1) – Passagem inferior exclusiva a peões 1%;
- PS (n=34) – Passagem superior 49%;
- PSP (n=4) – Passagem superior exclusiva a peões 6%;

Em acréscimo, nesta data existiam 94 passagens de nível todas elas permitem a utilização pedonal. assim aplicando as fórmulas (equação 1 e 2), ao conjunto de atravessamentos autorizados (n=163) na linha do Algarve, obtém-se um IA de 1,165, com uma distância média de 618 metros entre passagens de nível e desnivelamento.

$$IA = \frac{NAC}{Extensão\ de\ via\ ferrea\ (km)} = \frac{163}{139{,}900} = 1{,}165$$

$$DMAC = \frac{extensão\ de\ via\ ferrea\ (m)}{NAC} = \frac{139900}{163} = 858$$

$$S^2 = \frac{\sum(DRAC-DMAC)^2}{n-1} = \frac{59431935}{163-1} = 366864$$

$$Dp = \sqrt{\frac{\sum(DRAC - DMAC)^2}{n}} = \sqrt{\frac{59431935}{163}} = 604$$

4.3.11 Índice de Acessibilidade nos concelhos do Algarve

Os índices de acessibilidade nos concelhos na linha do Algarve, constata-se que Olhão, Lagos, Silves, Tavira e Vila Real de Santo António, têm um índice de acessibilidade superior ao global da linha. No entanto as maiores distâncias a percorrer pela população incidem nos municípios de Lagoa, Castro Marim e Loulé (ver Quadro 4-7)

Cod_Linha	Concelho	*NAC*	Populacao	Via_ferrea(Km)	IA(Km)	DMAC(m)	DpAC
451	LAGOA	8	9004	8,211	0,974	1026	620
451	LAGOS	9	17033	6,288	1,431	699	627
451	PORTIMÃO	13	65797	11,513	1,129	886	792
451	SILVES	21	48589	19,310	1,088	920	611
452	ALBUFEIRA	8	33148	7,806	1,025	976	828
452	CASTRO MARIM	3	8942	5,210	0,576	1737	419
452	FARO	14	52727	11,692	1,197	835	416
452	LOULÉ	20	40441	21,968	0,910	1098	693
452	OLHÃO	27	75878	15,862	1,702	587	561
452	SILVES	3	6491	2,358	1,272	786	469
452	TAVIRA	22	22187	19,426	1,133	883	491
452	VILA REAL DE SANTO ANTÓNIO	15	26366	10,257	1,462	684	412

Quadro 4-7 - índice de acessibilidade e distâncias médias nos concelhos da linha do Algarve

Nas freguesias pertencentes aos concelhos da linha do Algarve atravessadas pelo caminho de ferro, cerca de 53% delas apresentam índices de acessibilidade inferiores e distâncias médias superiores às aferidas para a globalidade da via férrea.

4.3.12 Índice de “Trespassing” Linha do Algarve

Na linha do Algarve o número de locais de não autorizados ao longo da sua extensão de via férrea (139900 metros), foram identificados 619, assim aplicando as fórmulas, resulta nos seguintes valores.

$$IT = \frac{NTR}{Extensão\ de\ via\ ferrea\ (km)} = \frac{619}{139,900} = 4,425$$

$$DMTR = \frac{extensão\ de\ via\ ferrea\ (m)}{NTR} = \frac{139900}{619} = 226$$

$$S^2 = \frac{\sum(DRTR-DMTR)^2}{n-1} = \frac{834027316}{619-1} = 1349559$$

$$Dp = \sqrt{\frac{\sum(DRTR - DMTR)^2}{n}} = \sqrt{\frac{834027316}{619}} = 1161$$

A aferição dos resultados por concelhos, registam-se índices de “Trespassing” preocupantes nos concelhos de Lagoa, Lagos, Portimão, Silves, Faro, Loulé, Olhão e Tavira apresentam índices de “Trespassing” muito elevados (ver Quadro 4-8).

Cod_Linha	Concelho	*NTR*	Populacao	Via_ferrea(Km)	IT(Km)	DMT(m)	DpTR
451	LAGOA	44	9004	8,211	5,359	187	560
451	LAGOS	70	17033	6,288	11,132	90	308
451	PORTIMÃO	92	65797	11,513	7,991	125	499
451	SILVES	55	48589	19,310	2,848	351	1124
452	ALBUFEIRA		33148	7,806			
452	CASTRO MARIM		8942	5,210			
452	FARO	79	52727	11,692	6,757	148	445
452	LOULÉ	79	40441	21,968	3,596	278	2591
452	OLHÃO	89	75878	15,862	5,611	178	588
452	SILVES		6491	2,358			
452	TAVIRA	108	22187	19,426	5,560	180	696
452	VILA REAL DE SANTO ANTÓNIO	3	26366	10,257	0,292	3419	2825

Quadro 4-8 - Índice de “Trespassing” nos concelhos da linha do Algarve

Nas freguesias dos municípios da linha do Algarve, cerca de 67% freguesias apresentam um número de locais de “Trespassing” muito elevado.

4.3.13 Penalizações nas operações da linha do Minho

Os impactos nas operações na linha do Minho entre os anos de 2000 e 2018, envolveram três comboios de passageiros no troço Porto Campanhã-Porto São Bento (11), de que resultaram 47 comboios penalizados num total de 620 minutos, e quarenta e quatro comboios no troço Porto

Campanhã-Valença Fronteira, de que resultaram 672 comboios penalizados num total de 13137 minutos.

A representação dos atrasos (eixo dos Y) e comboios (eixo dos x), num gráfico de bubble size (Figura 4-14) demonstram os impactos nas operações da linha do Minho.

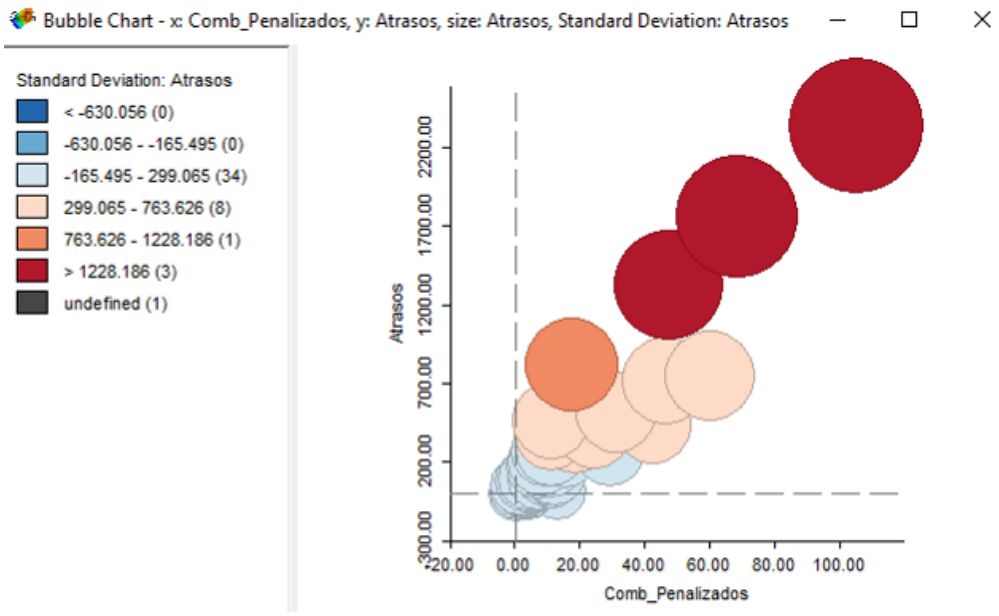


Figura 4-14 - Atrasos X Comboios Penalizados - Linha do Minho

A tipologia dos comboios envolvidos nos acidentes, em termos de mercadorias representam 11% de que resultaram penalizações em 80 comboios num total de 1408 minutos de atrasos globais (Figura 4-15), os restantes 89% são comboios de passageiros com os impactos verificados no gráfico seguinte.

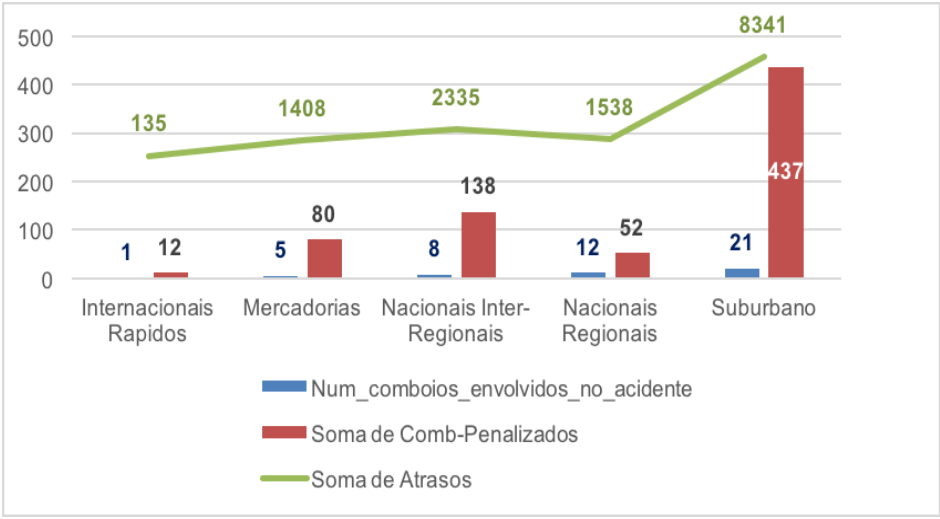


Figura 4-15 - Distribuição dos impactos por tipologia de comboio na linha do Minho

A análise ao código de segmento da linha do Minho, no troço 12 registaram-se a maioria dos acidentes, com forte incidência na primeira metade do troço, com inúmeros comboios penalizados e atrasos bastantes relevantes (Figura 4-16)

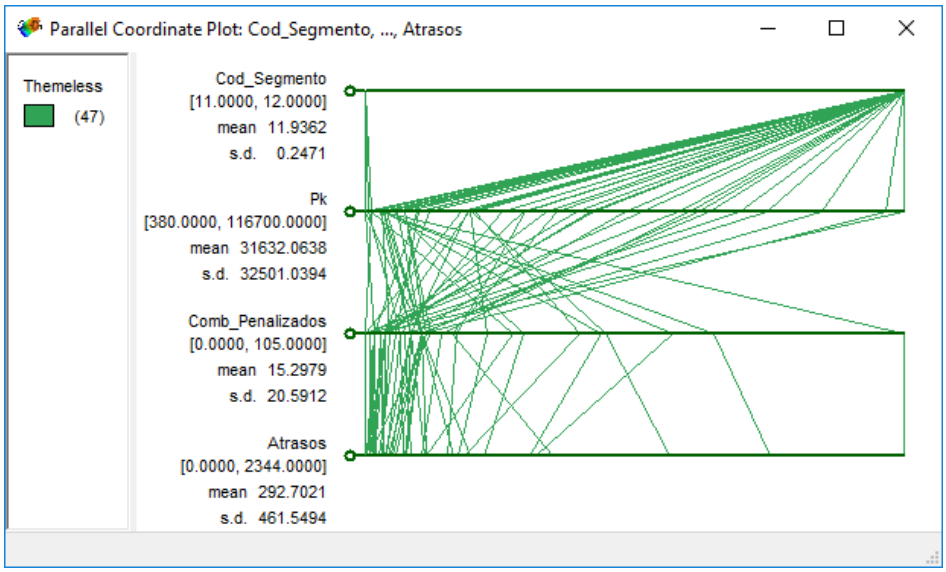


Figura 4-16 – Cod_segmento x Pk x Comboios penalizados x atrasos(min) – Linha do Minho

4.3.14 Penalizações nas operações da linha do Algarve

Os impactos nas operações na linha do Minho entre os anos de 2000 e 2018, envolveram dezoito comboios de passageiros no troço Tunes-Lagos (451), de que resultaram 118 comboios penalizados num total de 2816 minutos, e vinte e oito comboios no troço Tunes-Vila Real de Santo António, de que resultaram 267 comboios penalizados num total de 6513 minutos.

A representação dos atrasos (eixo dos Y) e comboios (eixo dos x), num gráfico de bubble size (Figura 4-17) demonstram os impactos nas operações da linha do Algarve.

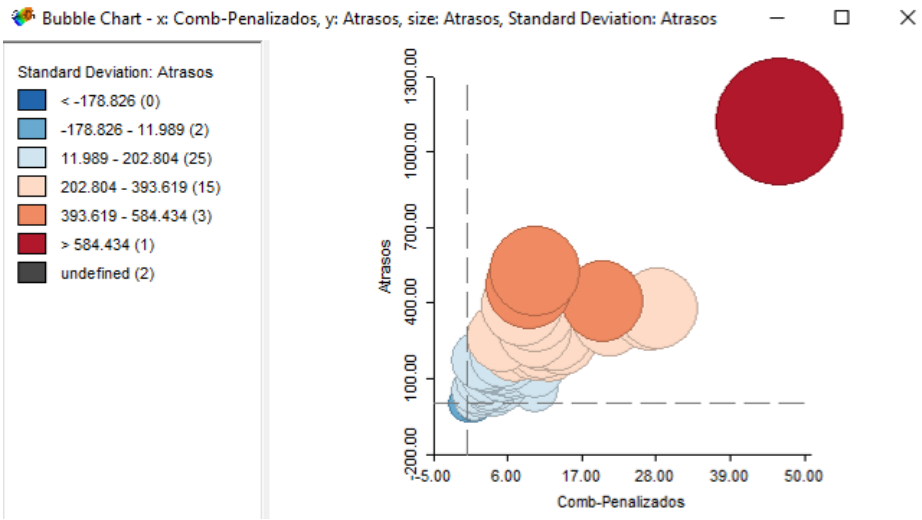


Figura 4-17 - Atrasos X Comboios Penalizados - Linha do Algarve

A tipologia dos comboios envolvidos nos acidentes, em termos de mercadorias representam 2% de que resultaram penalizações em 10 comboios num total de 290 minutos de atrasos globais (Figura 4-18), os restantes 98% são comboios de passageiros, com 2% em comboios de alta qualidade com os impactos verificados no gráfico seguinte

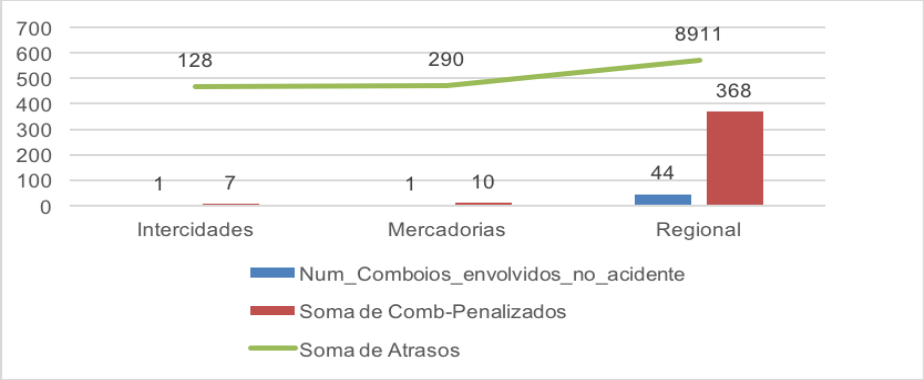


Figura 4-18 - Distribuição dos impactos por tipologia de comboio na linha do Algarve

A análise aos códigos de segmentos na linha do algarve, no troço 452 registaram-se a maioria dos acidentes, com uma distribuição uniforme ao longo do troço, com uma média de 8 comboios penalizados e atrasos médios de 202 minutos (Figura 4-19).

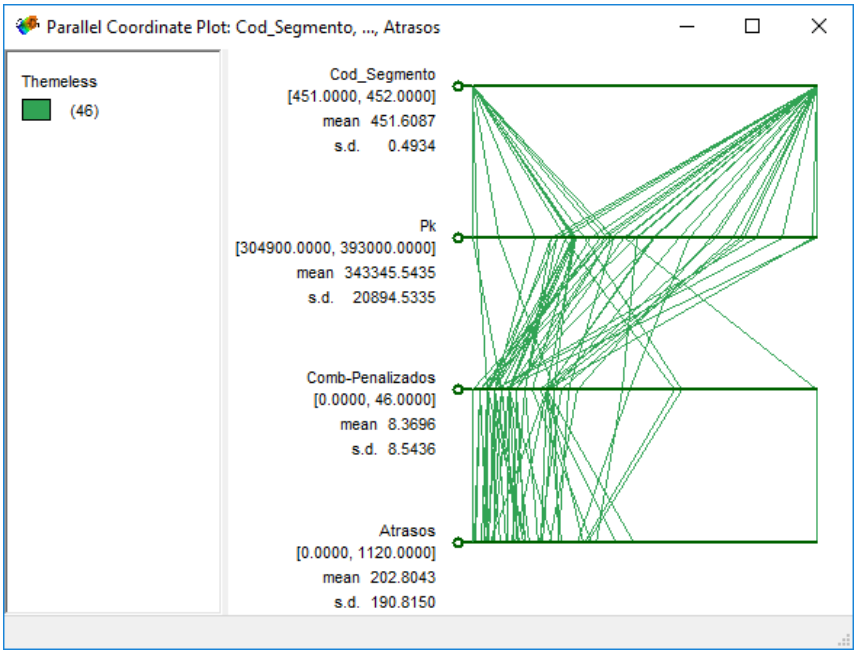


Figura 4-19 - Cod_segmento x Pk x Comboios penalizados x atrasos(min) – Linha do Algarve

Os impactos dos acidentes na gestão da infraestrutura, são bastante relevantes na plena via onde se registaram 97% dos casos e os restantes 3% em estação na análise global dos dados referentes as linhas do Minho e Algarve.

Em termos das velocidades dos comboios envolvidos em acidentes, 34% circulavam a 120Km/h, 10% a 110 Km/h, 11% a 100Km/h, 25% a 90 Km/h, 10% a 80Km/h os restantes comboios registaram

velocidades inferiores a 80Km/h, o que revela enorme fragilidades no sistema de segurança da via férrea.

As percentagens de acidentes em via única correspondem a 65% no conjunto das duas linhas, no entanto a linha do Minho na região suburbana pelas caraterísticas das infraestruturas registou 33% em via dupla e 2% e via Múltipla.

A zona de curva na aproximação de um comboio é bastante significativa nos acidentes observados, onde 68% das pessoas encontravam-se nesta zona da infraestrutura ferroviária, o que acresce a reação dos maquinistas, que não estão à espera de encontrar um individuo nestas zonas, nem existe a necessidade de silvar nestes locais.

A frequência de comboios nos locais dos acidentes 58% situam-se em locais abaixo dos 31 comboios diários, 24% situam-se em locais com circulação de comboios entre os 41 e 106 diários, e 18% entre 195 e 260 comboios por dia.

4.4 Bivariate Moran´s (Bilisa)

O principal objetivo na utilização deste diagrama, permite ir muito além de uma análise superficial, usualmente feita pela visualização de dados agregados por áreas através em mapas coloridos segundo o padrão espacial do fenômeno, designados de mapas temáticos.

A análise de correlação espacial realizada com recurso ao software GEODA, foi usada “Bivariate Moran’s I” (Bilisa) aplicando o queen contiguity 1, obtendo-se os mapas de clusters e de significância constante aplicado às freguesias, sendo o Índice de Moran Local uma indicação da homogeneidade e da diversidade dos dados.

O Índice de Moran Global (I) foi submetido a um teste estatístico cuja hipótese nula representa a independência espacial, condição definida por [I = 0]. Neste sentido, a hipótese nula é rejeitada caso [I] resulte estatisticamente num valor diferente de zero, para um nível de significância preestabelecido, onde normalmente, se trabalha com [p-valor = 0,05] ou [p-valor < 0,05], ou seja, com uma margem de confiança igual ou superior a 95%.

Para estimar a significância do índice [I], sem pressupostos em relação à distribuição, realizou-se um teste de pseudo significância, através da geração de um determinado número de permutações (999), distintas entre si, dos valores de atributos associados às áreas, em que cada permutação produz um novo arranjo espacial, o diagrama de Cluster de Moran também apresenta na forma de um mapa temático bidimensional, no qual cada polígono está associado ao seu respetivo quadrante no diagrama de Cluster. Este mapa temático contém quatro classes (1 - AA, 2 - BB, 4 - AB e BA) designado de Mapa de Cluster do Índice de Moran Global (Figura 4-20).

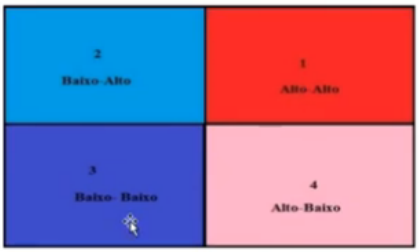


Figura 4-20 -- Cores dos valores associados aos clusters nos quadrantes

Neste sentido a visualização de um padrão espacial, a realização desta análise exploratória de dados geoespaciais associados: (i) ao índice de “Trespassing” (IT) com o índice de acessibilidade (IA); (ii) ao Índice de “Trespassing” com a extensão da via (m), assim através da técnica de análise espacial baseada no Índice de Moran, o qual identifica a relação existente entre um determinado polígono e a sua vizinhança, a partir de uma distância predefinida, por intermédio da covariância existente entre eles, permitindo o exame da homogeneidade/diversidade dos dados, permitindo identificar a estrutura de correlação espacial, ou seja, a medida estatística, associada à covariância espacial, que melhor descreva os dados, a fim de estimar a magnitude da autocorrelação espacial entre as Freguesias servidas pelas linhas do Minho e Algarve.

A análise utilizada no numero de locais de “Trespassing correlacionado com numero de acessos (Figura 4-21 e Figura 4-22) , no ponto de vista do gestor de infraestruturas, tem como o objetivo de inferir as freguesias com clusters que detenham relações High-High, que identificam correlações positivas acima da média com um P-value <0,005.

O gestor da infraestrutura pode adotar medidas de mitigação de intrusão, nas freguesias com maior significância, tais como campanhas de sensibilização localizadas alertando para os riscos destes comportamentos ou planos de mobilidade articulados com as necessidades das populações. Por outro lado, pode ser interessante para o gestor das infraestruturas investir nos municípios com relações High-Low, reduzindo estes outliers e evitando a propagação ao nível do aumento dos índices de “Trespassing”, nas freguesias vizinhas com valores abaixo da média.

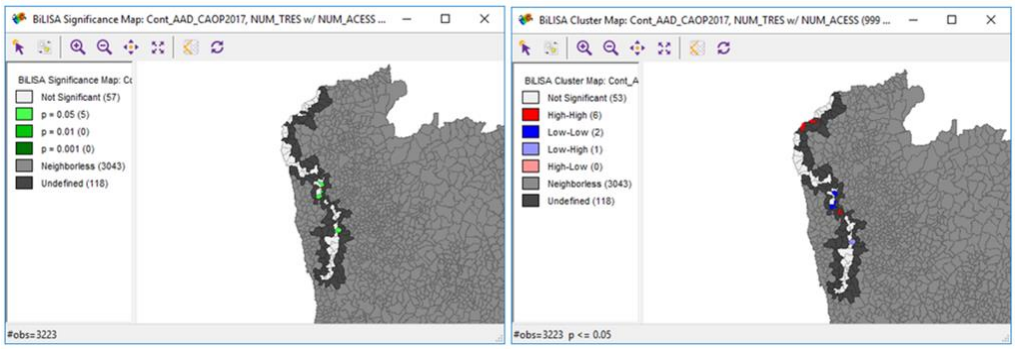


Figura 4-21 - Mapa Bilisa de significância e Cluster Trespassing / Acessos na linha do Minho

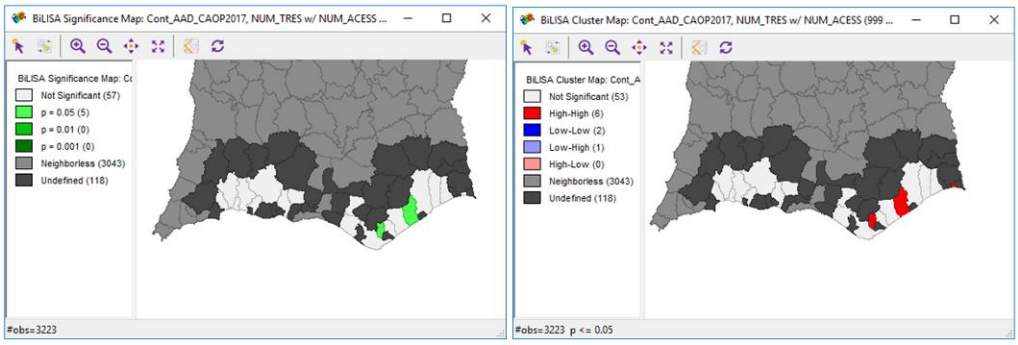


Figura 4-22 - Mapas Bilisa de significância e Cluster Trespassing / Acessos na linha do Algarve

A correlação do número de "Trespassing" com a extensão da via férrea (m), os resultados obtidos (Figura 4-23 e Figura 4-24) servem de apoio à decisão do gestor de infraestruturas, na aplicação ao nível das freguesias de ações de mitigação ao nível de vedações, vigilância ou no limite aplicação de medidas coercivas, sendo o investimento em novas tecnologias, uma solução passível de ser implementada comparativamente à construção de novos desnivelamentos na linha do Minho e Algarve.

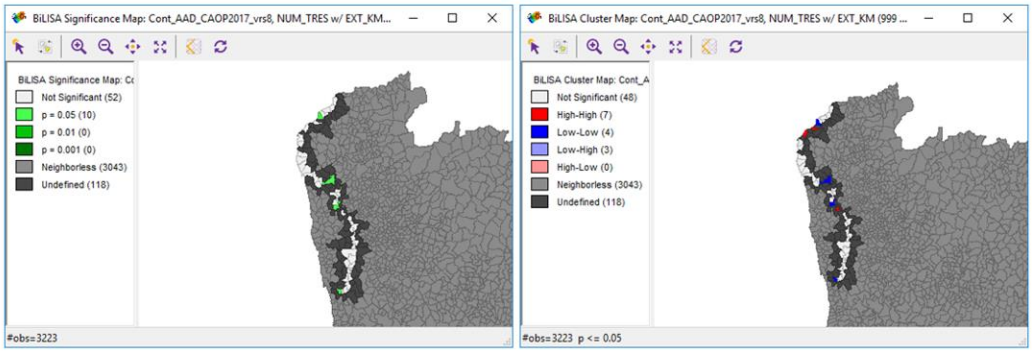


Figura 4-23 - Mapas Bilisa de significância e Cluster Trespassing / Extensão de Via do Minho

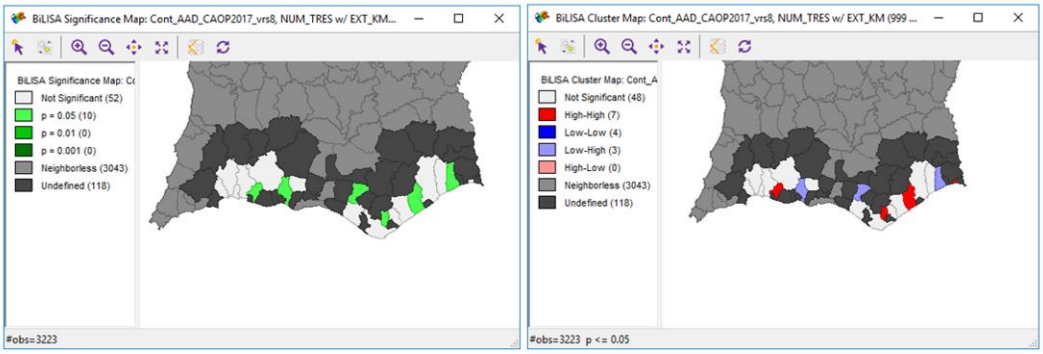


Figura 4-24 - Mapas Bilisa de significância e Cluster Trespassing / Extensão de Via do Algarve

Em resumo, através dos mapas de Bilisa ilustrados nas figuras anteriores, são identificadas as freguesias com níveis de significância [p-valor < 0,05], e Clusters situados nos seguintes quadrantes:

• O quadrante superior direito (Alto-Alto) contém os casos onde o valor do atributo de cada polígono e o valor médio do atributo nos polígonos vizinhos são maiores que a média global (ambos representados por alto): alto-alto (AA);

• O quadrante inferior esquerdo (Baixo-Baixo) contém os casos onde o valor do atributo de cada polígono e o valor médio do atributo nos polígonos vizinhos são menores que a média global (ambos representados por baixo): baixo-baixo (BB);

• O quadrante inferior direito (Alto-Baixo) contém os casos onde o valor do atributo de cada polígono está acima da média global (representado por alto), enquanto o valor médio do atributo em polígonos vizinhos está abaixo daquela média (representado por baixo): alto-baixo (AB);

• O quadrante superior esquerdo (Baixo-Alto) contém os casos onde o valor do atributo de cada polígono está abaixo da média global (representado por baixo), enquanto o valor médio do atributo em polígonos vizinhos está acima daquela média (representado por alto): baixo-alto (BA).

4.5 Índices de Sinistralidade

Os índices de sinistralidade aferidos com recurso às fórmulas de calculo da gravidade (FWI / numero médio de locais de trespassing), risco (Número de colhidas / número médio de locais de “Trespassing”) e perigosidade (FWI / número de colhidas), permitem conhecer quais os concelhos ou freguesias com maior numero de acidentes e consequências humanas resultantes, fornecendo uma visão global e abrangente ao gestor da infraestrutura, com vista a implementar um conjunto procedimentos ao nível da segurança, aferir a vulnerabilidade da infraestrutura ferroviária, aplicar modelos preditivos associados à gestão da circulação e estabelecer prioridades.

A estratégia das ações de mitigação ao nível nacional de carater impeditivo, dissuasivo ou outros que consolidem a redução do fenómeno do “Trespassing”, está dependente da visão nacional destes acontecimentos, onde a articulação com as autarquias, pode resultar de uma hierarquização dos locais a intervir, reforçando o interesse nacional do caminho de ferro.

A análise dos três índices de sinistralidade (IG – índice de gravidade, índice de risco e índice de perigo), ao nível macro nos diversos concelhos atravessados pela ferrovia (Figura 4-25), foram classificados em seis níveis, sendo o primeiro agregador dos concelhos com índice a zero, permitindo uma melhor visualização no território nacional, como se constata existe maior densidade de concelhos na linha do Minho comparativamente à linha do Algarve, contudo as áreas dos concelhos no algarve são mais elevadas em relação à linha do Minho.

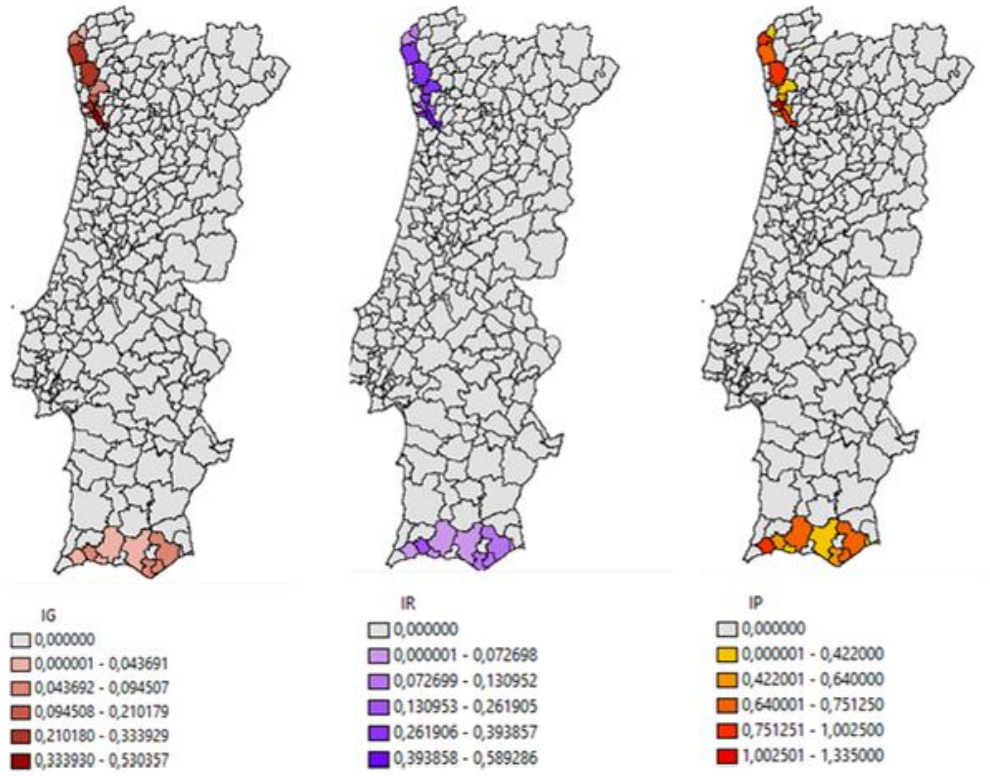


Figura 4-25 - Mapa Temático da sinistralidade dos concelhos

Em resultado dos calculos dos três indices de sinistralidade dos concelhos, o numero médio de locais de atravessamento ilegal na linha do Algarve é bastante superior à linha do Minho, o que reduz significamente os valores aferidos nos indices de Gravidade e Risco, os quais estão diretamente ligados à quantidade de locais. Ao nível do indice de perigo as duas linhas verificam semelhanças nas consequencias, em resultado de um individuo ser colhido por um comboio.

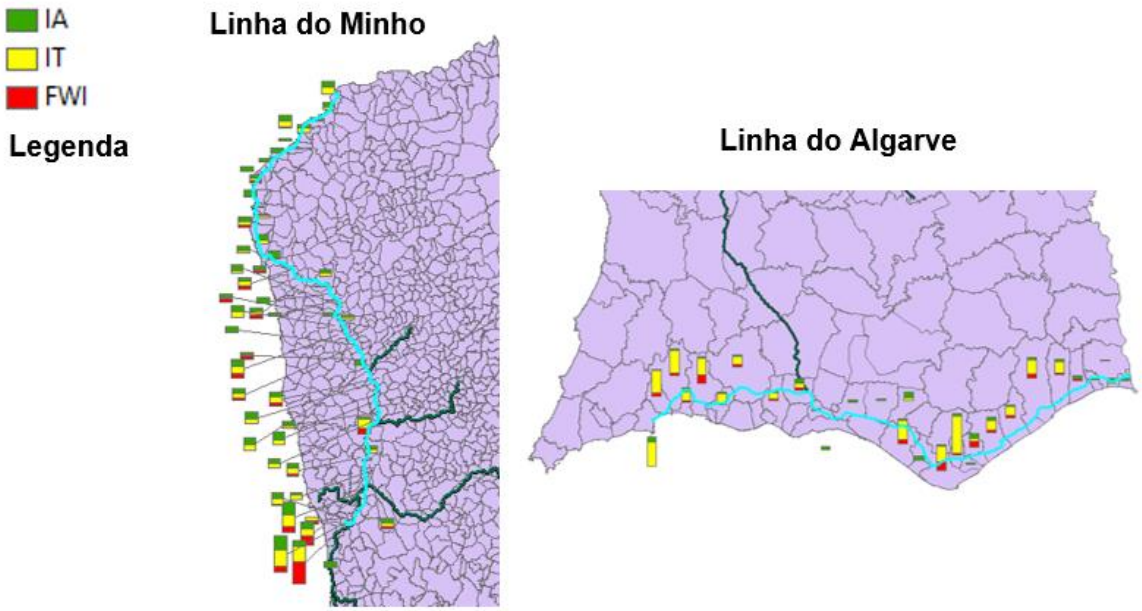


Figura 4-26 - Mapa Temático das freguesias - IA - IT – FWI

Na aferição dos índices de acessibilidade, índice de “Trespassing” e o resultado dos acidentes ao nível das freguesias do Minho e Algarve (Figura 4-26), concluísse que a linha do Minho dentro da áreas metropolitana do Porto, tem índices de “Trespassing” mais elevados e consequências mais gravosas resultantes dos acidentes. A linha do Algarve nos dois troços apresenta maiores densidade de “Trespassing” e vítimas mortais nas freguesias que fazem parte dos concelhos de Faro e Portimão, esta linha na sua extensão apresenta baixos índices de acessibilidade e elevados índice de “Trespassing”.

4.5.1 Índice de Gravidade Freguesias

Os resultados obtidos através do cálculo do índice de gravidade, foram mapeados no arcgis (Figura 4-27) e classificados em cinco intervalos, importa referir que o primeiro intervalo (N1) abrange todas as freguesias com um índice de gravidade igual a zero, permitindo uma melhor visualização do mapa temático, assim constata-se que a linha do Minho apresenta valores mais elevados em termos de vitimas mortais por um numero médio de locais de trespassing nestas áreas geográficas, comparativamente às freguesias situadas na linha do Algarve.

As freguesias de Rio Tinto e Águas Santas situam-se no intervalo superior (N5), e outras cinco freguesias da linha do Minho encontram-se no intervalo abaixo (N4). A aferição dos índices de gravidade representados por intervalos, permitiu construir o seguinte mapa temático.

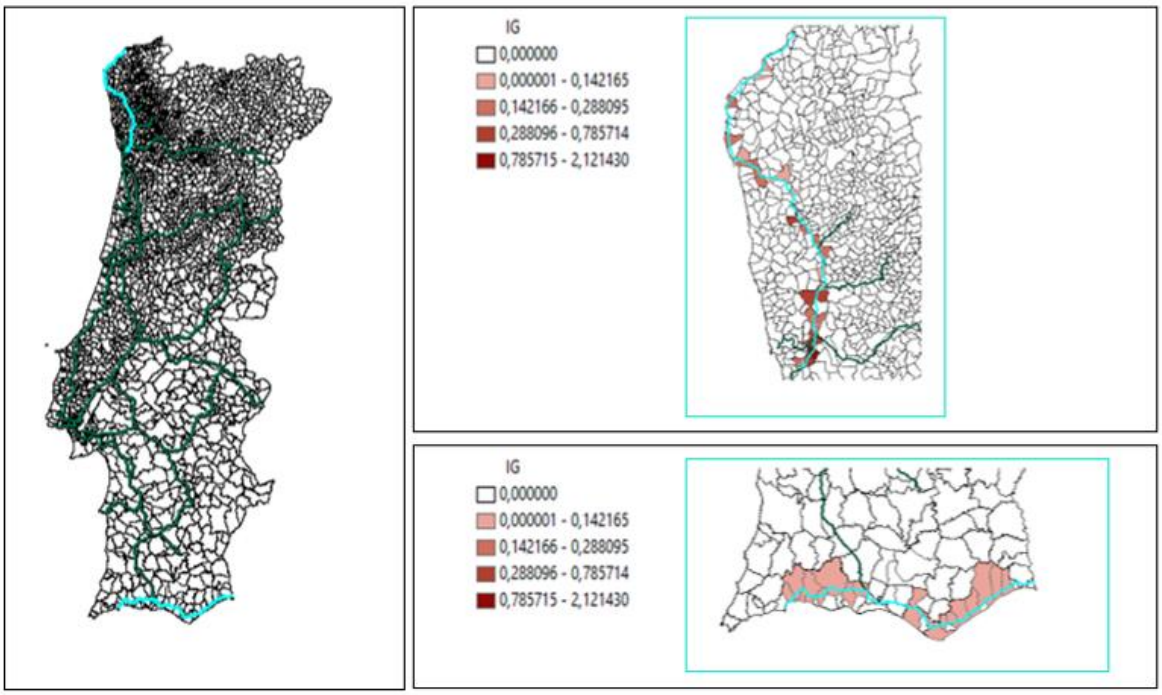


Figura 4-27 - Mapa temático do índice de Gravidade nas freguesias de Portugal

As freguesias situadas na proximidade da linha do Algarve apresentam uma distribuição homogénea, a sua maioria os locais onde se registaram vítimas mortais, encontram-se no segundo intervalo inferior (N2). Através da visualização do mapa temático verifica-se que nesta linha existe uma

concentração do índice de gravidade, separadas nos dois troços da linha do Algarve do barlavento e Sotavento.

4.5.2 Índice de Risco Freguesias

Á semelhança do mapa temáticos anterior, os resultados obtidos através do cálculo do índice de risco, que representa os acidentes por núnero medio de locais de “Trespassing”, verifica~se que as freguesias com maior número de acidentes situam-se novamente na linha do Minho, contudo a linha do algarve regista também valores significativos nas freguesias de Portimão e Faro.

A linha do Algarve no conjunto das suas freguesias, registam um número muito inferior de acidentes comparativamente à linha do Minho, mas contata-se uma enorme proximidade de áreas geográficas, onde estes acidentes ocorreram.

O número médio de locais de atravessamento ilegal da via férrea, é muito superior na linha do algarve, face à linha o Minho, apesar do número de acidentes nas duas linhas ser praticamente iguais. A aferição do índice de risco nas freguesias representados por intervalos, permitiu construir o um mapa temático (Figura 4-28).

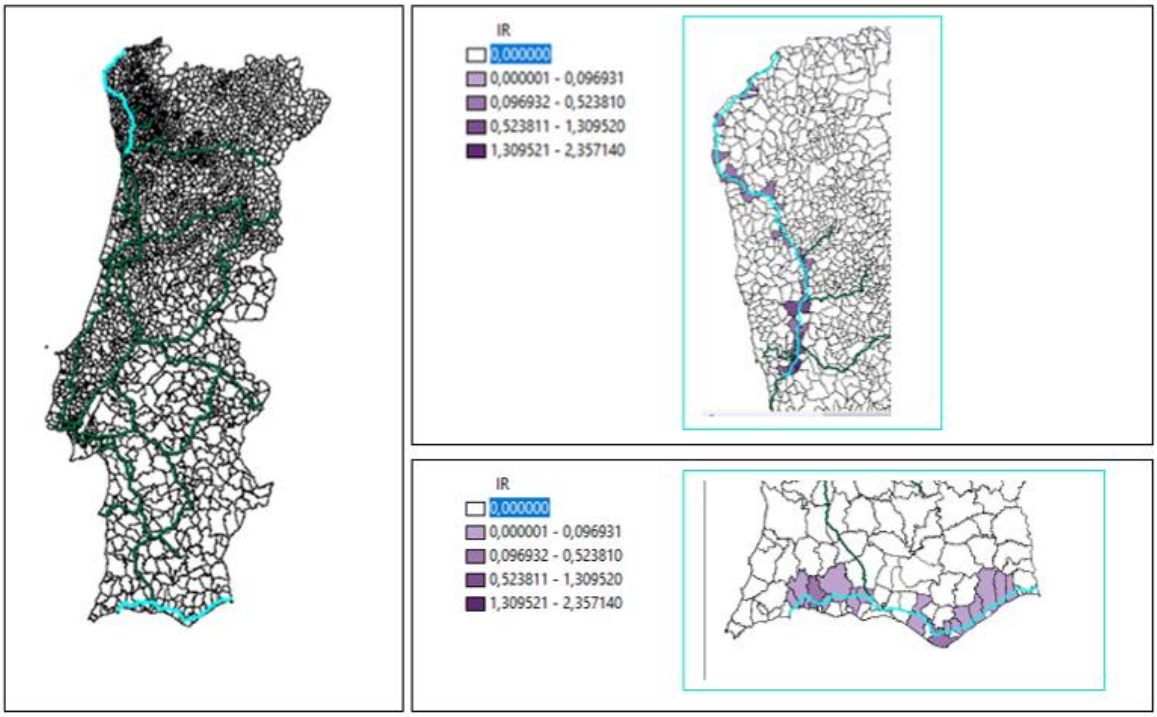


Figura 4-28 - Mapa temático do índice de Risco nas freguesias de Portugal

A linha do Minho conforme se pode verificar no mapa concentra um maior número de freguesias ao longo da sua extensão, já a linha do Algarve apesar de ter menos freguesias são poucas aquelas onde ainda não se registaram acidentes.

4.5.3 Índice de Perigo Freguesias

Em sequência dos mapas anteriores, os valores obtidos no índice de perigo nas várias freguesias, representativo da severidade afeta aos indivíduos envolvidos num acidente, contata-se que a linha do Minho confere várias freguesias classificadas no intervalo superior (N5), A freguesia de Águas Santas é a que regista um índice de perigo mais elevado.

Na linha do Algarve não existem freguesias classificadas no nível mais alto (N5), mas regista uma alguma incidência no segundo nível mais alto (N4). Esta linha apresenta na sua globalidade um nível de perigo muito inferior à linha do Minho, pela sua localização geográfica mais favorável em termos de condições climatéricas (pouco nevoeiro e menos precipitação), e a maiores distâncias dos aglomerados populacionais na proximidade do caminho de ferro.

A aferição do índice de risco nas freguesias representados por intervalos, permitiu construir o seguinte mapa temático (Figura 4-29).

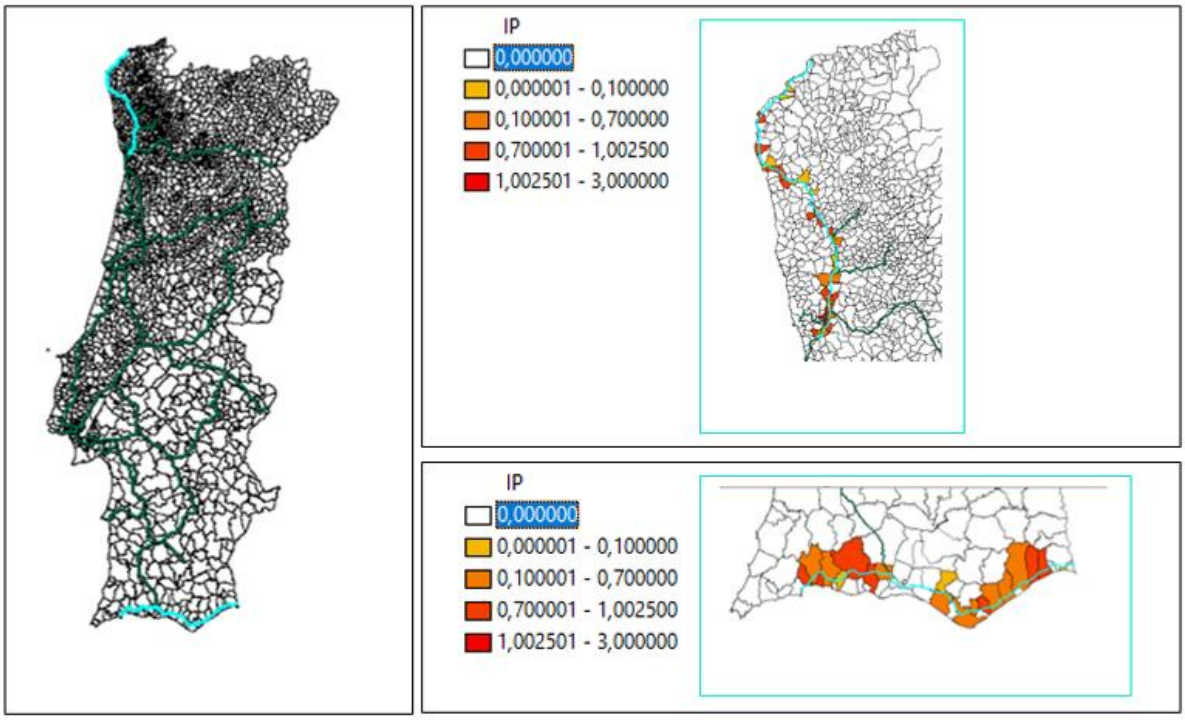


Figura 4-29 - Mapa temático do índice de Perigo nas freguesias de Portugal

A linha do Minho é, no entanto atualmente é a única ligação a Espanha a norte do Porto, sendo uma via de enorme interesse no aumento das circulações ferroviárias. O Algarve pela sua atratividade turística também se enquadra no plano estratégico, prevista sua eletrificação em breve à semelhança da linha do Minho, estes fatos iram aumentar o perigo associado ao “Trespassing” nestas linhas.

5 CONCLUSÕES

A investigação realizada no âmbito do comportamento humano na proximidade de instalações e as implicações no dimensionamento, foi precedida de uma revisão de literatura abrangente à problemática do “Trespassing”, e posteriormente suportada por um questionário realizado a especialistas do setor ferroviário, conduziu à especificação de uma análise exploratória, identificando as variáveis explicativas associadas aos atrasos nas circulações ferroviárias relativas aos acidentes por “Trespassing”.

As opiniões recolhidas no questionário, traduzem uma forte necessidade de aplicar uma estratégia conjunta ao nível da tipologia de vedação do canal ferroviário, investindo na segurança, reavaliar a gestão dos atravessamentos sobre a via férrea, e ter uma melhor noção da pressão urbana nos concelhos e freguesias atravessados pela linha do Minho e Algarve.

Os aspetos relacionados, com as operações ferroviárias recolhidos na consulta à escala europeia, permitiram identificar as variáveis relacionadas com os acidentes e os locais de atravessamento ilegal, resultando em enormes preocupações na quantidade de vias atravessadas com exploração ferroviária, na velocidade dos comboios, nos tempos de exposição afetos ao atravessamento, circulação e número de pessoas (pela sua vulnerabilidade) que praticam o “Trespassing”.

O conhecimento adquirido no caso de estudo revelou aspetos muito importantes relativos ao comportamento dos pedestres nos vários concelhos e freguesias das linhas do Minho e Algarve, onde foram identificados os índices de acessibilidade autorizada nas infraestruturas ferroviárias e os índices “Trespassing”, os quais contribuem para os impactos negativos da gestão da circulação, pontualidade, constrangimentos ao normal funcionamento dos centros de comando e operações ferroviárias.

As implicações das intervenções na acessibilidade, custos das mesmas e utilização das infraestruturas, devem ser conjugadas através das melhores práticas desenvolvidas na mitigação dos riscos de “Trespassing”, neste documento concluísse que existe concelhos e freguesias que necessitam de uma abordagem diferente, ao nível destas ações junto das suas populações.

A pressão urbana na proximidade de instalações ferroviárias, reforça o compromisso do gestor da ferrovia com as autarquias, comunidades locais, autoridades nacionais, aumentado os níveis de segurança da exploração ferroviária com o objetivo da redução do risco de acidente com pessoas colhidas por material circulante em movimento.

É evidente a inter-relação entre planeamento territorial e desenvolvimento do uso do solo, o forte crescimento da população residente nas proximidades da ferrovia, isto gera a necessidade de aumentar a segurança pública. O que inclui uma revisão da legislação dotando as autarquias de instrumentos fundamentais, para que estas apliquem ativamente planos estratéticos do uso do solo,

na observação das principais preocupações associadas a práticas inconsistentes que resultam numa integração inadequada de questões ligadas à segurança ferroviária.

O papel crítico da ferrovia no desenvolvimento do comércio, e a sua importância no crescimento da economia dos países desenvolvidos. É crucial manter a integridade e a eficiência dos corredores ferroviários e sua segurança, como meio de capitalizar as oportunidades comerciais e as oportunidades futuras de crescimento, os governos não podem superestimar estes aspetos essenciais à economia global. Além disso, é essencial que a capacidade dos corredores acompanhe e se adapte aos desenvolvimentos em curso nas economias emergentes, nos padrões de comércio e nas cadeias globais de fornecimento.

É fundamental, que existam requisitos para obter uma separação apropriada das populações e operações ferroviárias que mitigue os impactos não só na gestão da circulação como na própria população. É necessário um processo de avaliação viável no âmbito da inovação e desenvolvimento, capaz de identificar soluções alternativas, onde as medidas padrão não são viáveis.

A recolha e tratamento dos dados de relativos ao fenómeno do “Trespassing”, é fundamental para uma melhor observação, interpretação que conduzam a intervenções eficazes na mitigação do “Trespassing” nesse sentido, é necessário estabelecer os procedimentos relativos à informação que se pretende, recolher, consolidar a mesma, classificar de forma correta, permitindo aumentar o nível de conhecimento deste fenómeno, e fortalecer novas abordagens de investigação.

A recomendação para futuras propostas de investigação, são direcionadas para fenómeno do “Trespassing” no interior das estações ferroviárias, analises custo benefícios na aplicação de sistemas de deteção de intrusão, aferir os níveis de conhecimento e formação dos colaboradores nas áreas de segurança sobre o “Trespassing”.

A boa articulação entre os agentes com interesse na problemática do “Trespassing”, deve ser feita através da partilha de informação, campanhas de sensibilização conjuntas, na rápida identificação destes fenómenos e na implementação de ações de mitigação do risco, mais frequentes melhorando a sua eficacia na resolução destes casos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anselin, L. (1995) Local indicators of spatial association – LISA. *Geographical analysis*, 27(2), p. 93-115. Disponível em: <http://dces.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/30/2013/08/W4_Anselin1995.pdf>

Burkhardt, J-M., Radbo, H., Silla, A., Paran, 2014F., A model of suicide and trespassing processes to support the analysis and decision related to preventing railway suicides and trespassing accidents at railways. Transport Research Arena, Paris.

Lobb, B., 2006 Trespassing on the tracks: A review of railway pedestrian safety research. Journal of Safety Research, n. 37,

Lobb, B., Harre, N., Suddendorf, T.,2001, An evaluation of suburban railway pedestrian crossing safety programme. Accident Analysis and Prevention, volume 33, p. 157-165

Savage, I.,2014, Analysis of fatal train-pedestrian collisions in metropolitan Chicago 2004 – 2012, Volume 86, p. 217–228

Savage, I., 2007, Trespassing on the railroad. Railroad Economics, n. 20,

Silla, A., 2012, Improving safety on Finnish railways by prevention of trespassing; thesis,

Silla, A., Kallberg, V.- P.,2012 The development of railway safety in Finland; Accident Analysis and Prevention, volume 45,

Silla, A., Luoma, J.,2012 Main characteristics of train-pedestrian fatalities on Finnish railroads. Accident Analysis and Prevention, volume 45,

Silla, A., Luoma, J., 2009. Trespassing on Finnish railways: identification of problema sites and description of trespassing behaviour. European Transport Research Review , p. 47–53

Silla, A., Luoma, J., 2012, Opinions on railway trespassing of people living close to a railway line; Safety Science, volume 50, p. 62–67, Safety Science

Silla, A., Luoma, J., 2008, Trespassing on Finnish railways: identification of problem sites and characteristics of trespassing behaviour; European Conference of Transport Research Institutes.

Silva, M.P., 2013, Development and implementation of a trespass location severity analysis on a commuter rail right of way, Joint Rail Conference,

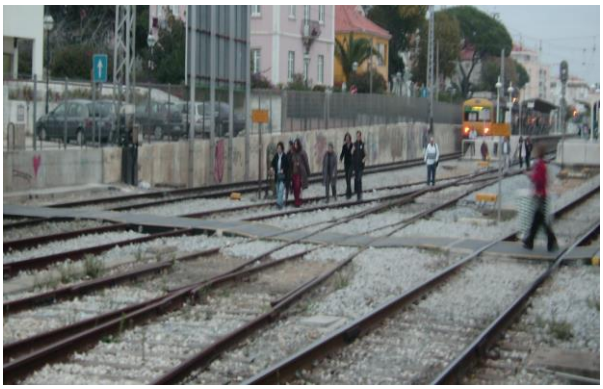
Silva, M.P.,2011, Railroad Infrastructure Trespass Detection Performance Guidelines, Final report,

Silva, M.P., Carrol, A., 2011, Preliminary results of the trespass prevention research study in West Palm Beach, Florida. Joint Rail Conference,

Tucka, P., Skládaný, P., Skládaná, P., Bidovský, M., 2013, Research of pedestrians' behaviour at level crossings, motivation of violation of rules of safe crossing (ALICE), final report, CDV.

U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration, Office of Railroad Safety, 2011, Community Trespassing Prevention Guide,

TÉCNICO LISBOA



O Comportamento Humano na proximidade de instalações e operações ferroviárias

Implicações no dimensionamento das Intervenções

Ricardo Augusto Pardal Ferreira da Cruz Pita

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Planeamento e Operações de Transportes

Orientador: Professor Doutor Paulo Manuel da Fonseca Teixeira

Júri

Presidente: Professora Doutora Maria do Rosário Maurício Ribeiro Macário

Orientador: Professor Doutor Paulo Manuel da Fonseca Teixeira

Vogais: Professor Doutor José Manuel Coelho das Neves

Outubro 2020

1 INTRODUÇÃO

Este documento tem como objetivo contribuir para melhorar os aspetos relacionados com o comportamento humano e aumentar os níveis de segurança das pessoas na proximidade das infraestruturas e operações ferroviárias, assim como evidenciar a importância de melhores práticas associadas ao planeamento, dimensionamento na implementação das intervenções, monitorização de projetos de desnivelamento na via-férrea.

A necessidade de supressão de atravessamentos de nível na via-férrea, considerados como pontos de conflito na segurança ferroviária, não pode ser somente vista numa troca por troca por um desnivelamento na sua proximidade, existe a obrigação de otimizar recursos, envolver todas as partes interessadas, realçando a importância das causas e motivações da intrusão (“Trespassing”) no domínio público ferroviário.

O efeito de barreira do C.F. tem implicações em termos de exclusão social, através do impedimento ou da criação de dificuldades na acessibilidade pedonal, crucial a atividades das pessoas, em especial aquelas com mobilidade condicionada, que contrasta com o crescimento e desenvolvimento expetável dos municípios e as mutações das suas comunidades, os quais colocam aspetos de enorme pressão e novos desafios à gestão de segurança das infraestruturas e operações ferroviárias. Novas exigências derivadas das dinâmicas sociais das comunidades e do território, sendo as pessoas a base deste trabalho.

Na valorização do território através da sua reestruturação, construção e dimensionamento de instalações, as quais são importantes para a economia local e na vida das pessoas, e que permita ter linhas orientadoras na condução da estratégia dos atravessamentos da via-férrea, onde as pessoas obtenham novas respostas para a sua qualidade de circulação pedonal pela sua proximidade do caminho-de-ferro, a necessidade de resgatar as memórias do património ferroviário e aspetos socias e comportamentais dos transportes, é vital na condução deste trabalho ao seu destino plausível, as pessoas e os seus comportamentos passados, presentes e futuros.

2 METODOLOGIA

O processo metodológico para aferir as variáveis explicativas relacionadas com o fenómeno do “Trespassing”, foi estruturado com base em duas abordagens distintas. A primeira está relacionada com os potenciais fatores que contribuem para a possibilidade de ocorrer “Trespassing”, a outra, é inerente à probabilidade de ocorrer acidente por “Trespassing”. Nesta perspetiva foram definidas as seguintes etapas:

- Estrutura do questionário
- Divulgação do questionário

- Recolha de dados
- Tratamento Estatístico dos dados e limitações que este método apresenta

O objetivo do método escolhido pretendeu recolher a opinião de pessoas com uma vasta experiência no sector ferroviário, e com um conhecimento relevante da problemática dos atravessamentos ilegais, assim as decisões assumidas e os meios utilizados, permitiu recolher uma amostra significativa e alcançar os resultados que serão de seguida apresentados.

2.1 A estrutura do questionário

Nesta abordagem incidiu-se a pesquisa nos indicadores que melhor pudessem ser avaliados pela sua importância e posteriormente associados aos eventos passiveis de ocorrer, neste sentido optou-se por utilizar uma escala de Likert com cinco níveis, os **indicadores** variam de 1 (Irrelevante); 2 (Pouco importante); 3 (Importante); 4 (Muito importante) até 5 (Essencial) e nos **eventos de probabilidade** também com os mesmos níveis variam de 1 (Nunca); 2 (Pouco provável); 3 (Provável); 4 (Provavelmente sim) até 5 (Muito Provável) sempre acompanhados de uma imagem ilustrativa permitindo acrescentar (outros tipos) pelo especialista mais relevantes, o questionário permite efetuar comentários ponto a ponto (figura 1) fortalecendo a opção tomada anterior.

Exemplo de como completar o questionário na folhas de excel

		Escala de Likert – Intrusão "TRESPASSING" – ZONAS URBANAS					
Ordenar	Indicador	Irrelevante	Pouco Importante	Importante	Muito importante	Essencial	Comentários
3	Número de linhas De acordo com a sua experiência / julgamento, o número de faixas é um indicador importante para explicar os números de acidentes por			X			

Probabilidade de acidente por "Trespassing"	Nunca	Pouco Provavel	Possível	Provavelmente Sim	Muito Provavel	Comentários	imagens
Via Única				X			
Via Dupla				X			
Via Multipla					X		
Outros Tipos Esteja à vontade para introduzir outros tipos que julgue serem relevantes							

Exemplo de preenchimento | Existir - Trespassing | Acidente - Trespassing

Figura 30 - Estrutura do questionário em Excel

Posteriormente ao preenchimento com [X] nos respetivos campos, é solicitado ao inquirido que efetue uma ponderação dos indicadores através da ordenação decrescente dos indicadores (figura 2), sendo atribuído ao caso de ocorrer "Trespassing" os valores 4 =" O mais relevante"; 3; 2 e 1="O menos relevante" e no caso de acidente por "Trespassing" os valores 6=" O mais relevante"; 5;4;3; 2; e 1="O menos relevante".

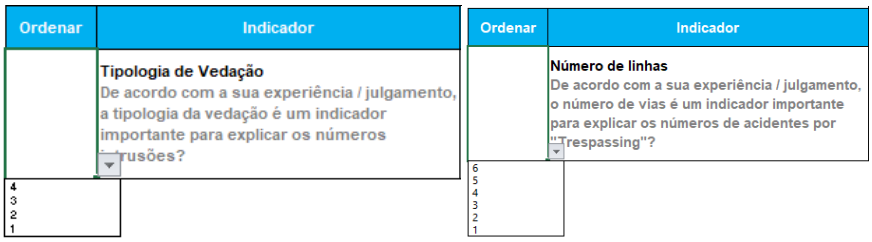


Figura 31 - Campos de ordenação no questionário

A estrutura do questionário elaborado em Excel, facilitou a recolha da opinião e visão de especialistas em transportes sobre este fenómeno, onde a troca direta de ideias com todos os entrevistados consolidados em inúmeros comentários, permitiu obter um conhecimento generalizado das diferentes realidades das diversas redes ferroviárias, os quais não seriam possíveis de adquirir sem esta configuração.

A organização dos indicadores em duas áreas reduziu a complexidade do problema, realçando a sua magnitude para as Infraestruturas e Operações ferroviárias, esta investigação de natureza qualitativa tornou possível efetuar análises estatísticas a partir das respostas obtidas através de um questionário fechado, É preciso lembrar que os dados do tipo Likert são ordinais, ou seja, só se pode dizer que uma pontuação é maior que a outra, e não aferir a distância entre os pontos.

A primeira parte do questionário referente à possibilidade de ocorrer “Trespassing” é constituída por quatro indicadores principais:

5) **Vedação** com 5 tipos de vedação:
   a) Tipo A - barreiras Acústicas;
   b) Tipo B – Edificações;
   c) Tipo C – Rede Bekaert;
   d) Tipo D - Galvanizada ou de galinheiro;
   e) Tipo E – Rede Ovelheira;
6) **Segurança** com 3 Instrumentos desta natureza:
   a) Ausência de sistemas de deteção de intrusão
   b) Ausência de Agentes de Segurança Ferroviária
   c) Inexistência CCTV - Vídeo Vigilância
7) **Gestão dos Atravessamentos sobre a via férrea** com 3 eventos e 1 pergunta direta:
   a) Encerramento de uma passagem de nível;
   b) Localização dos atravessamentos autorizados;
   c) Caraterísticas de atratividade dos atravessamentos desnivelados (Facilidade de utilização/conforto/Segurança);
8) **Pressão Urbana** com 2 eventos:
   a) Existência de equipamentos coletivos (Escolas / Comércio / Desporto, etc…,);
   b) Condições económicas das populações próximas de infraestruturas ferroviárias;

A segunda parte do questionário referente à possibilidade de acidente “Trespassing” é constituída por seis indicadores principais:

7) **Número de Vias** com três eventos relativos ao tipo de vias férreas:
   a) Via Única;
   b) Via Dupla;
   c) Via Múltipla (4 vias ou mais)
8) **Velocidade dos comboios** com cinco intervalos:
   a) < 50 km/h;
   b) ≥ 50 Km/h e < 100 Km/h;
   c) ≥ 100 Km/h e < 140 Km/h;
   d) ≥ 140 Km/h e < 160 Km/h;
   e) ≥ 160 Km/h
9) **Frequência de Comboios** com quatro intervalos:
   a) < 30 Comboios por dia;
   b) ≥ 30 comboios e < 60 comboios;
   c) ≥ 60 comboios e < 120 comboios;
   d) ≥ 120 comboios
10) **Tempo de Exposição dentro da Via Férrea** com quatro intervalos:
   a) Andar a < 0.4 m/s;
   b) Andar a ≥ 0.4 m/s e < 0.9 m/s;
   c) Andar a ≥ 0.9 m/s and < 1.2 m/s;
   d) Andar a ≥ 1.2 m/s and < 1.5 m/s
11) **Número de pessoas** que faz "Trespassing" com três tipos de comportamentos Humanos:
   a) Um individuo "Procura ver, mas não consegue";
   b) Um individuo "Vê o comboio e tenta passar";
   c) Um individuo "Não procura ver o comboio";
12) **Tipologia de pessoa** com duas tipologias:
   a) Pessoa Voluntária;
   b) Pessoa Involuntária;

2.2 Divulgação do questionário

O universo desta pesquisa abrangeu funcionários de empresas de infraestruturas e Operações ferroviárias Portuguesas e teve o contributo de vários membros da UIC (França, Bélgica, Holanda, UK, Suécia, USA e Romania), muito devido à extraordinária colaboração de Grigore HAVARNEANU, PhD Research Advisor - Security Division da UIC e José Pires ex-colaborador da UIC, atualmente responsável pelo gabinete de regulamentação das Infraestruturas de Portugal.

O questionário foi enviado por e-mail para funcionários afetos às áreas como Segurança Ferroviária, Safety, Security, Gestão da Rede Ferroviária, Gestão da Circulação entre outros, os quais disseminaram pelas suas redes de relacionamentos gerando um efeito " Bola de Neve", entre 15 de Novembro 2019 e 15 de Dezembro 2019, assim foram rececionados 112 emails, onde 106 (94%) responderam ao questionário completo, sendo possível utilizar as informações para este trabalho constituindo, assim, uma amostra de conveniência.

Todos os emails enviados seguiram o mesmo formato, disponibilizados dois (2) documentos anexos: (i) "Apresentação do tema de Tese" (.pdf) e (ii) "Questionário Trespassing" (Excel).

Notas relacionadas ao questionário Excel:

1 - O questionário é elaborado em três (3) planilhas de excel, a saber:

a) Folha 1 - "exemplo - como preencher"
b) Folha 2 - "Probabilidade de ocorrer "Trespassing"
c) Folha 3 - "Probabilidade de acidente devido ao "Trespassing"

A confidencialidade dados foi previamente acautelada no questionário, sendo transmitido a todos os entrevistados, que iriam receber os resultados globais no final do estudo e nunca divulgadas as respostas individuais de cada pessoa.

2.3 Recolha de dados

Os dados recolhidos através de emails, foram devidamente analisados e validados, através da construção de dois repositórios de dados com verificação de campos em vazio, valores numéricos nos campos de ordenação com um critério de não duplicação e inviabilização de mais que uma resposta com [X] em cada alínea utilizada.

A sua separação dos repositórios permitiu realizar uma análise individual às duas abordagens previamente definidas como a possibilidade de ocorrer "Trespassing" e acidente por "Trespassing".

Cada repositório contém os seguintes campos sobre o entrevistado:

- O ID único para cada questionário rececionado;
- Questionário completo;
- Especialidade de cada entrevistado;
- Género do entrevistado;
- Campos individualizados para cada uma das abordagens:
    - Ocorrer "Trespassing" (42 campos)
    - Acidente "Trespassing" (66 campos)

A totalidade dos campos utilizados (112) para os questionários completos (106), permitiu ao repositório albergar cerca de (112 colunas x106 linhas) 11872 registos.

3 INDICADORES DE TRESPASSING

3.1 Distribuição das respostas de ocorrência de "Trespassing"

Em face dos questionários validados (106), a análise estatística efetuada acerca da possibilidade de ocorrer "Trespassing", regista na globalidade das opiniões inquiridas, que os quatro indicadores se situam entre o N3 - Importante (30%), N4 – Muito importante (42%) e N5 - Essencial (22%), neste contexto é assumida a relevância dos indicadores (gráfico 1).

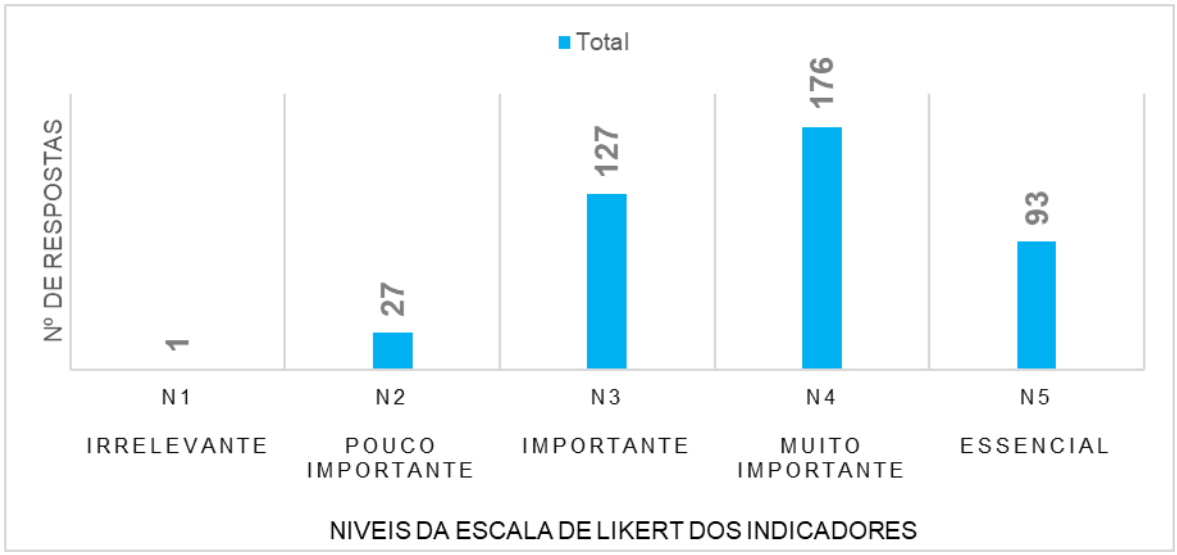


Gráfico 1 - Nº de respostas x Escala de Likert – 4 Indicadores ocorrer de "Trespassing"

Para além da já apresentada distribuição global dos níveis em todos os indicadores, os mesmos foram analisados individualmente (gráfico 2), onde a opção mais escolhida no nível extremo o N5 (Essencial) recaem sobre os indicadores Tipologia de Vedação e Gestão dos Atravessamentos ambos com 25%, comparativamente entre os quatro indicadores quando analisamos as opiniões conjugadas entre (N3 + N4 + N5) o nível central e os dois níveis superiores da escala de Likert, o indicador Gestão dos atravessamentos obteve 98% de respostas, ao invés a segurança que regista um valor inferior com apenas 87%.

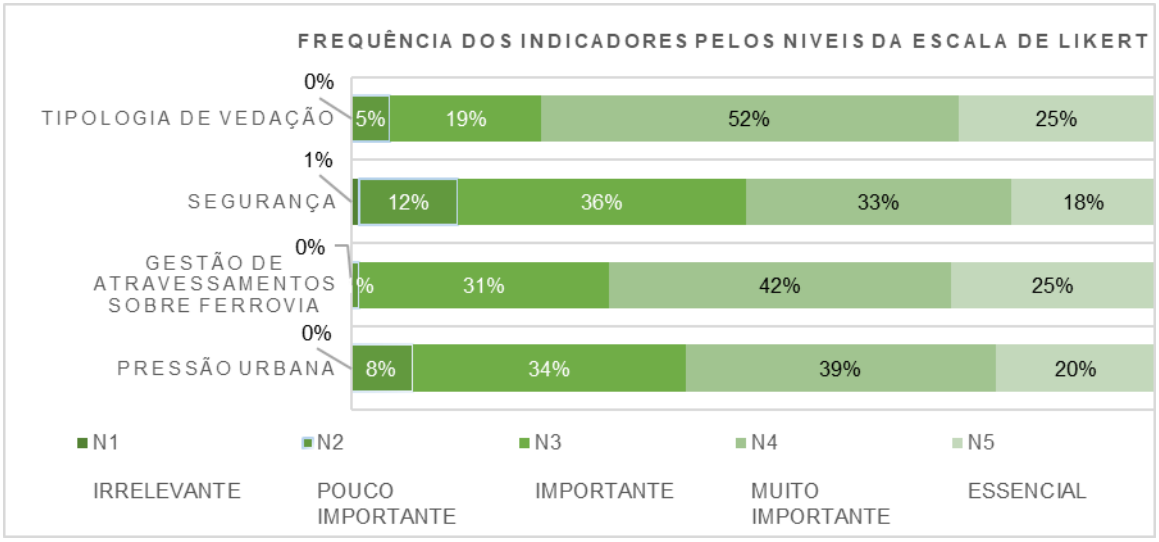


Gráfico 2 - Frequência dos níveis da escala de Likert - Indicadores ocorrer "Trespassing"

3.2 Indicadores de ocorrer "Trespassing"

A classificação dos quatro indicadores independentemente referentes à possibilidade e ocorrer "Trespassing", quando ordenados decrescentemente indicam uma necessidade uma intervenção homogénea ao nível da tipologia de vedação, pressão urbana, segurança e gestão de atravessamentos (gráfico 3).

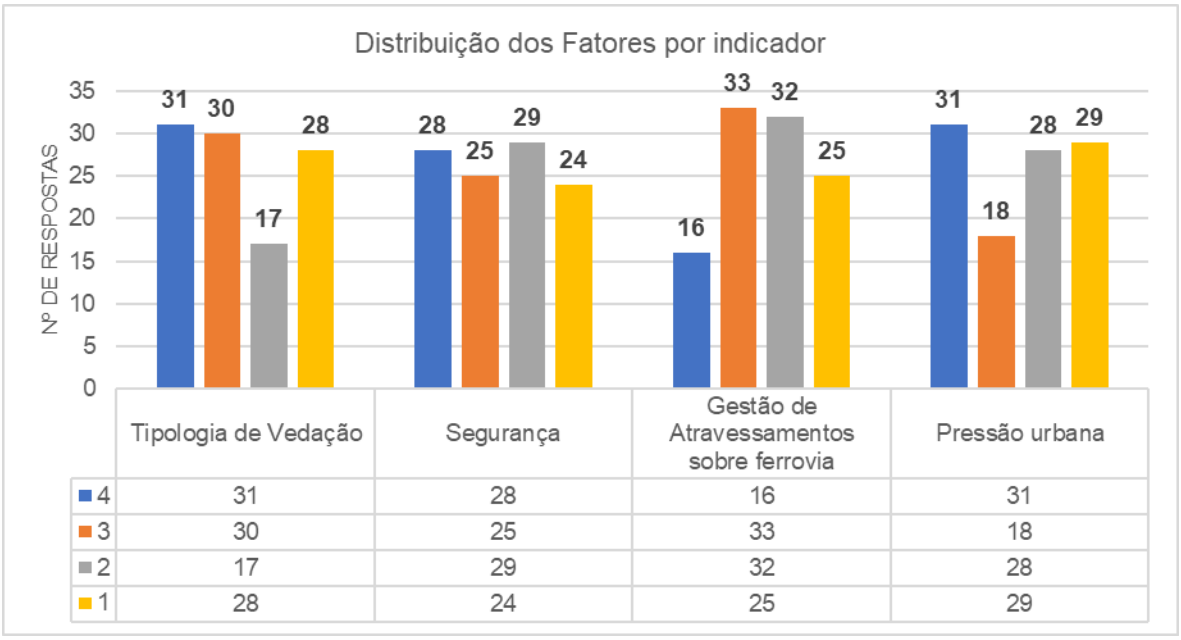


Gráfico 3 - (Nº de respostas x Fatores) por Indicador de ocorrer "Trespassing"

3.3 Distribuição das respostas do Acidente por "Trespassing"

As respostas atribuídas nos cinco níveis de importância, aos seis indicadores conjuntamente e ambos relacionados com a probabilidade de acidente devido ao "Trespassing" (gráfico 4), os mesmos são considerados de enorme relevância pelos especialistas ferroviários.

Apesar das diferenças do entre os diversos países, todos concordam que a sinistralidade por "Trespassing" é um problema muito complexo de resolver e nesse sentido 62% colocaram as suas respostas nos dois níveis mais elevados.

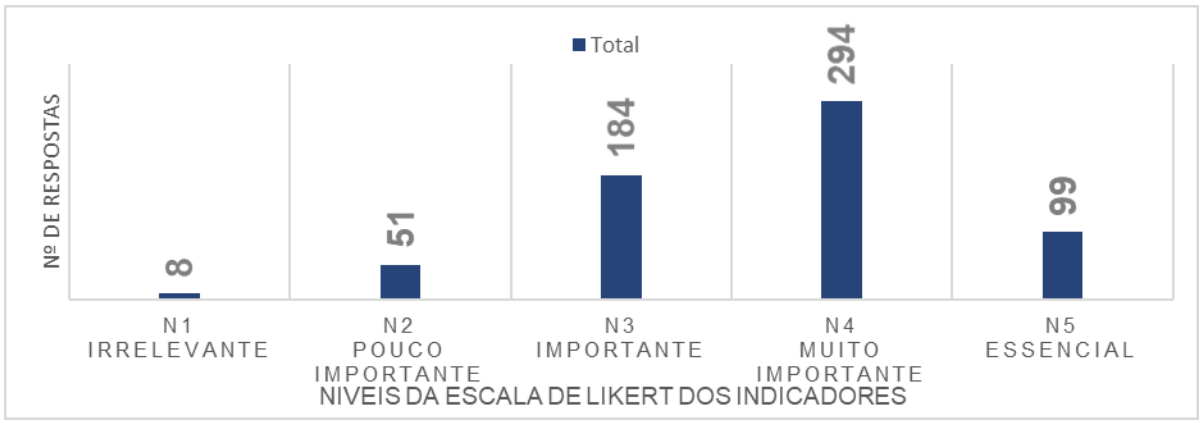


Gráfico 4 - Nº de respostas x Escala de Likert – 6 Indicadores ocorrer de "Trespassing"

Numa análise mais em detalhe à frequência das respostas quando individualizados os indicadores, a velocidade dos comboios é o que mais se destaca, seguida da frequência dos comboios e tempo de exposição como sendo as causas mais prováveis de acidente. Apesar dos restantes também apresentarem valores elevados, a sua subjetividade é transmitida nas respostas com valores abaixo do nível 3 (gráfico 5), reforçando a ideia que a modernização do caminho de ferro terá de passar por encontrar soluções tecnológicas e profundas alterações ao nível do comportamento humano.

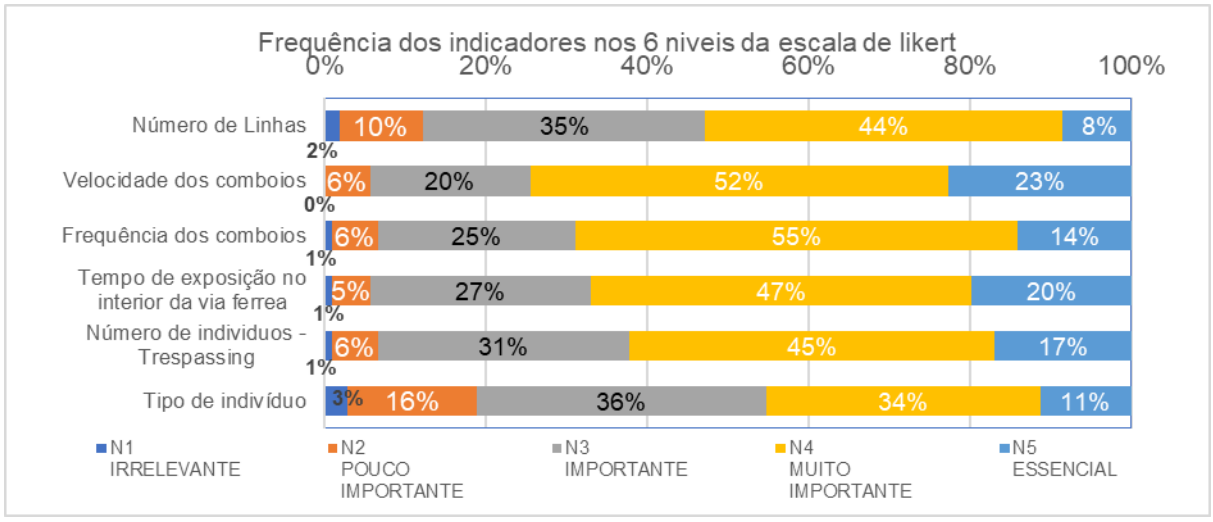


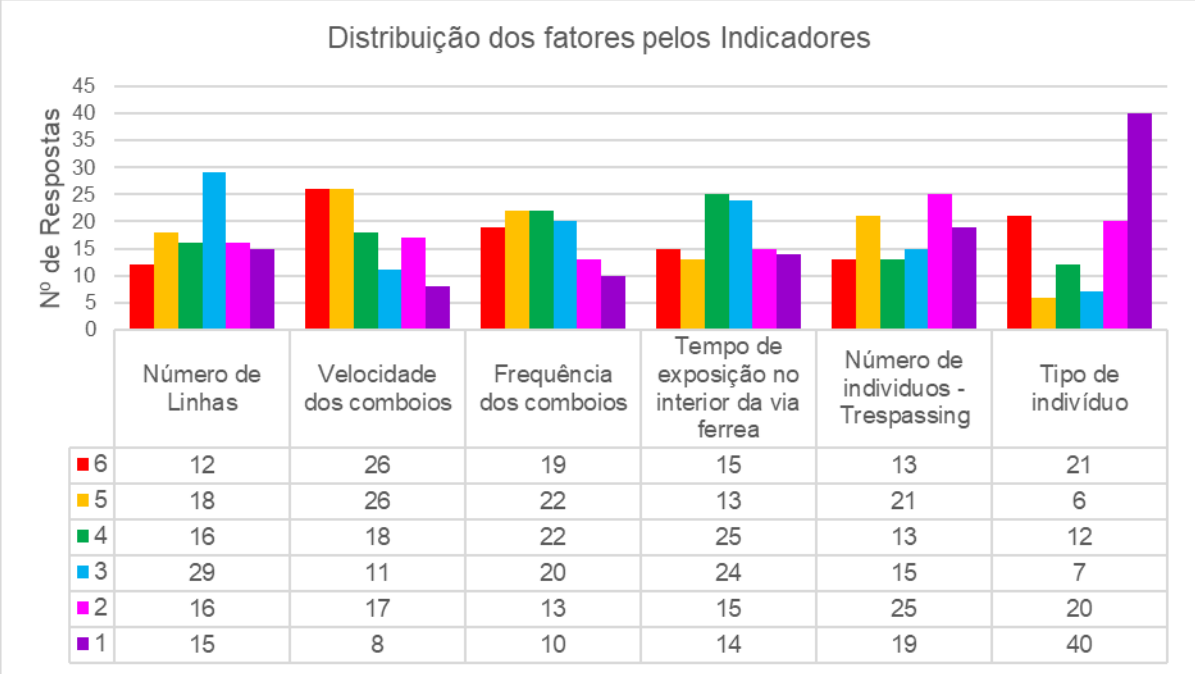
Gráfico 5 - Indicador x Frequência das respostas na escala de likert

Em acréscimo aos valores obtidos através dos questionários, alguns comentários afirmam que os acidentes são eventos raros face ao número de comboios que circulam por km de via (CK), e onde o número de indivíduos que realiza "Trespassing" é desconhecido dos gestores de infraestruturas, ao longo de milhares de quilómetros de via férrea.

A preocupação dos inquiridos em particular com as pessoas involuntárias tais como as crianças, foi notável, devido à sua inconsciência nas suas brincadeiras de colocar obstáculos nos carris, brincar ao equilibrista no carril e saltar entre travessas ao pé coxinho.

3.4 Indicadores de acidente “Trespassing”

Na atribuição dos fatores pelos indicadores relativamente à probabilidade de acidente (gráfico 6), a velocidade é a que apresenta maior relevância, seguida pela frequência de comboios, o tempo de exposição e o número de linhas são dois grupos homogêneos, no entanto a maioria considera pouco relevante o tipo de pessoa.



	Número de Linhas	Velocidade dos comboios	Frequência dos comboios	Tempo de exposição no interior da via ferrea	Número de individuos - Trespassing	Tipo de indivíduo
6	12	26	19	15	13	21
5	18	26	22	13	21	6
4	16	18	22	25	13	12
3	29	11	20	24	15	7
2	16	17	13	15	25	20
1	15	8	10	14	19	40

Gráfico 6 - (Nº de respostas x Fatores) por Indicador de acidente “Trespassing”

4 QUINTIL DOS DADOS

4.1 Tratamento dos dados

Na análise global aos eventos prováveis de ocorrer “Trespassing” e uma vez utilizados os cinco níveis da escala de likert, optou-se por dividir os dados em cinco partes iguais, calculando a amplitude para cada indicador, posteriormente o conjunto dos dados é organizado em cinco grupos com 20% dos elementos em cada um dos grupos, ou seja,

$$Q_K = Li + \frac{\frac{K.N}{5} - fa(i-1)}{fi} \times A \qquad (1)$$

K = Ordem do quintil k=1,2,3,4

Li = Limite inferior do intervalo que contem o quintil

$fa(i-1)$ = Frequência acumulada anterior ao intervalo que contem o quintil

fi = Frequência do intervalo que contêm o quintil

A = Amplitude dos intervalos

N = Número de observações

4.2 O Quintil dos indicadores de ocorrer trespassing

O agrupamento das respostas referentes aos eventos e a sua frequência, constata-se no conjunto das respostas que se situam no último quintil (ver gráfico 9), em primeiro a segurança (53%) pela ausência de instrumentos como sistemas de deteção/Agentes de segurança/Sistemas de Videovigilância, em segundo a gestão dos atravessamentos(43%) encerramento das passagens de nível/localização dos atravessamentos desnivelados/Atratividade dos atravessamentos desnivelados (Conforto, Segurança e facilidade de utilização), e por último a pressão urbana 37% com incidência nos equipamento coletivos (escolas, complexos desportivos, etc…) junto da via férrea e as condições económicas das populações nestes aglomerados.

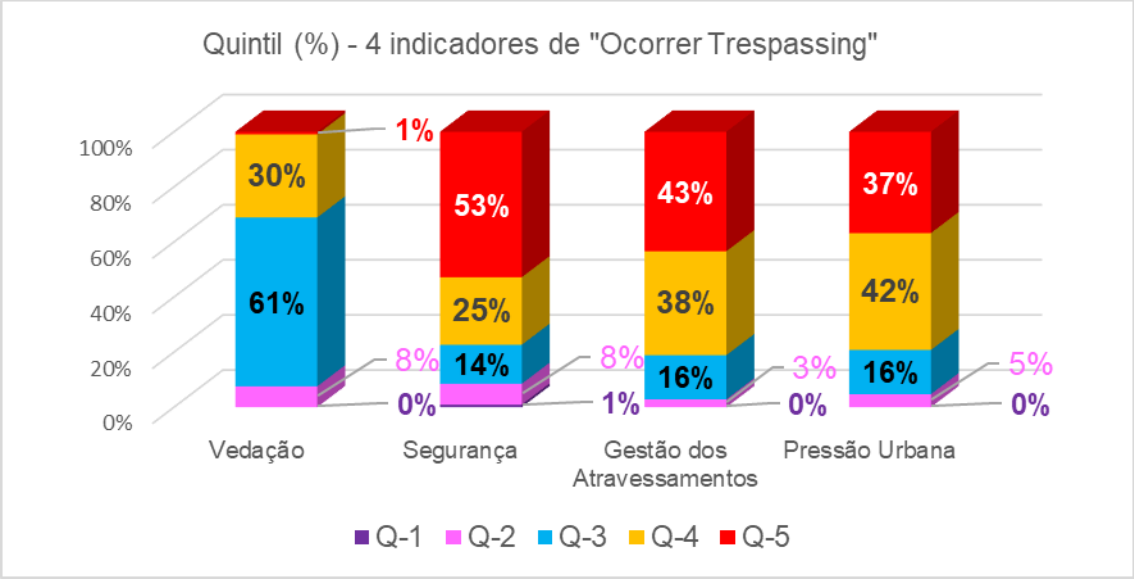


Gráfico 7 – frequência do quintil nos indicadores de ocorrer "Trespassing"

4.3 O Quintil dos indicadores de acidente por Trespassing

Quando analisadas as frequências no quintil entre os seis indicadores, o numero de pessoas assume um valor muito elevado (Q5 - 68%), uma vez que são assumidos os comportamentos da globalidade dos indivíduos, incompatíveis com o atravessamento da via férrea, seja em locais autorizados como ilegal, o não procurar ver se um comboio se aproxima, tentar atravessar quando um comboio se aproxima ou fazer o atravessamento num local perto de uma curva onde é impossível ao ser humano escapar.

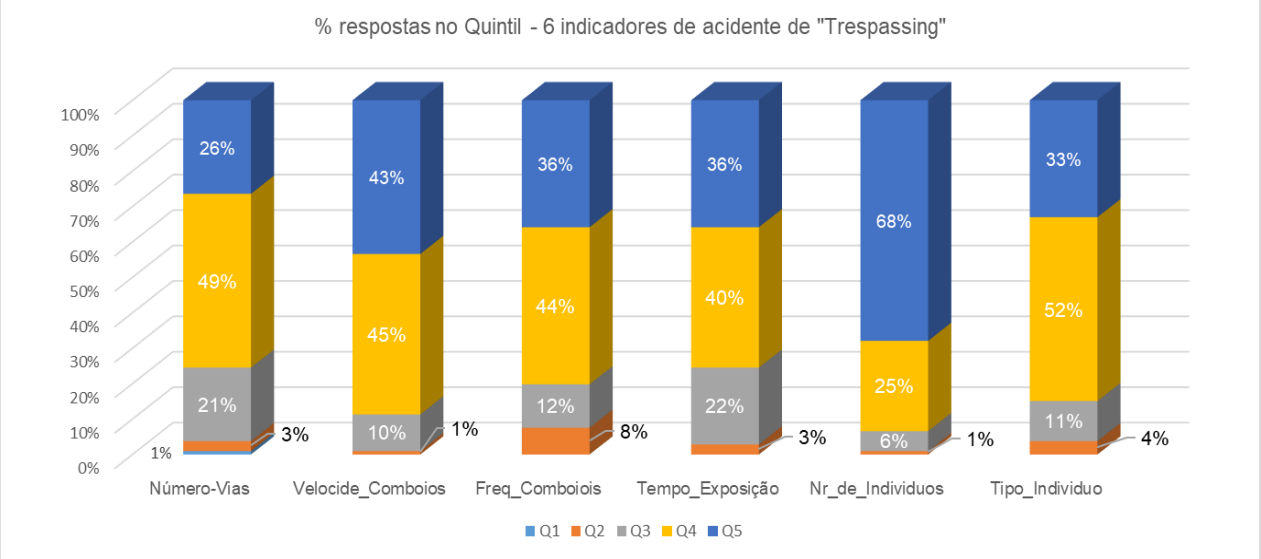


Gráfico 8 - Frequência dos indicadores de acidente por "Trespassing" por quintil

Outro aspeto relevante prende-se com a existência de cinco indicadores no Q4 superiores a 40 % na probabilidade de acidente.

5 ESTATISTICA DAS PROBABILIDADES DE TRESPASSING

5.1 Probabilidade da Ocorrência de "Trespassing"

Em análise ao número de respostas globais atribuídas aos eventos de probabilidade de ocorrer "Trespassing" (gráfico 9), e uma vez que estas se encontram subdivididas por treze eventos independentes agregados aos quatro indicadores, contata-se que apenas 20% se situam abaixo do nível central (N3), e representam as opiniões em N3 - Possível (22%), N4 – Provável (30%) e N5 Muito Provável (28%)

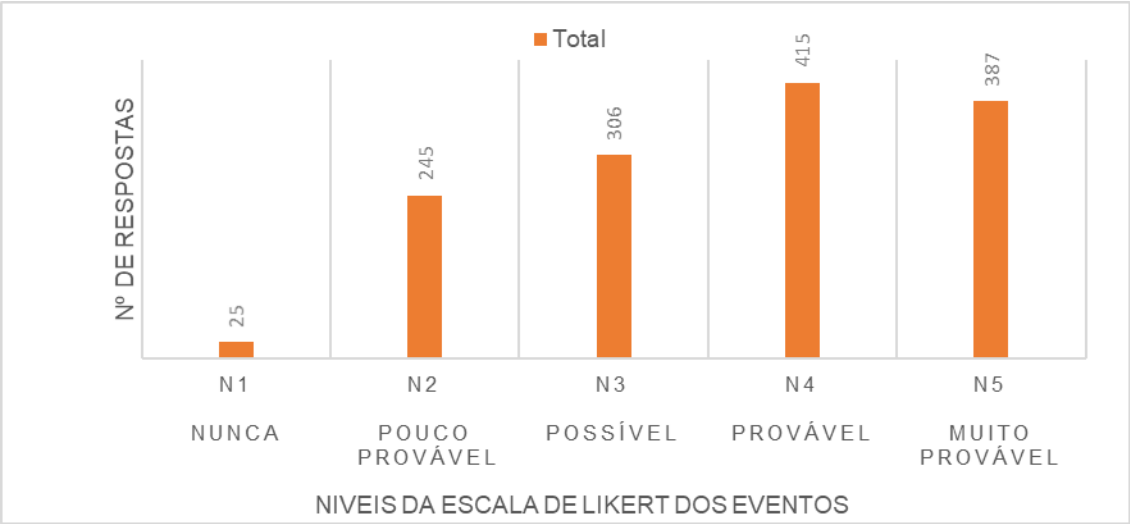


Gráfico 9 – Nº de respostas x Escala de Likert – Eventos de ocorrer "Trespassing"

No caso particular da vedação do caminho de ferro, nas cinco tipologias apresentadas obteve-se uma opinião generalizada de que é pouco provável existir "Trespassing" com a vedação tipo A barreiras acústicas (70%) ou do tipo B edificações junto ao Domínio publico ferroviário (58%). Contudo as restantes vedações com material que utilizam malha de rede são as mais vulneráveis em altura e a aspetos de vandalismo, com a vedação do tipo C - Rede Bekaert em 21%, tipo D -Rede galvanizada em 49% e tipo E - Ovelheira em 87% nos dois níveis mais elevados de probabilidade de ocorrer "Trespassing".

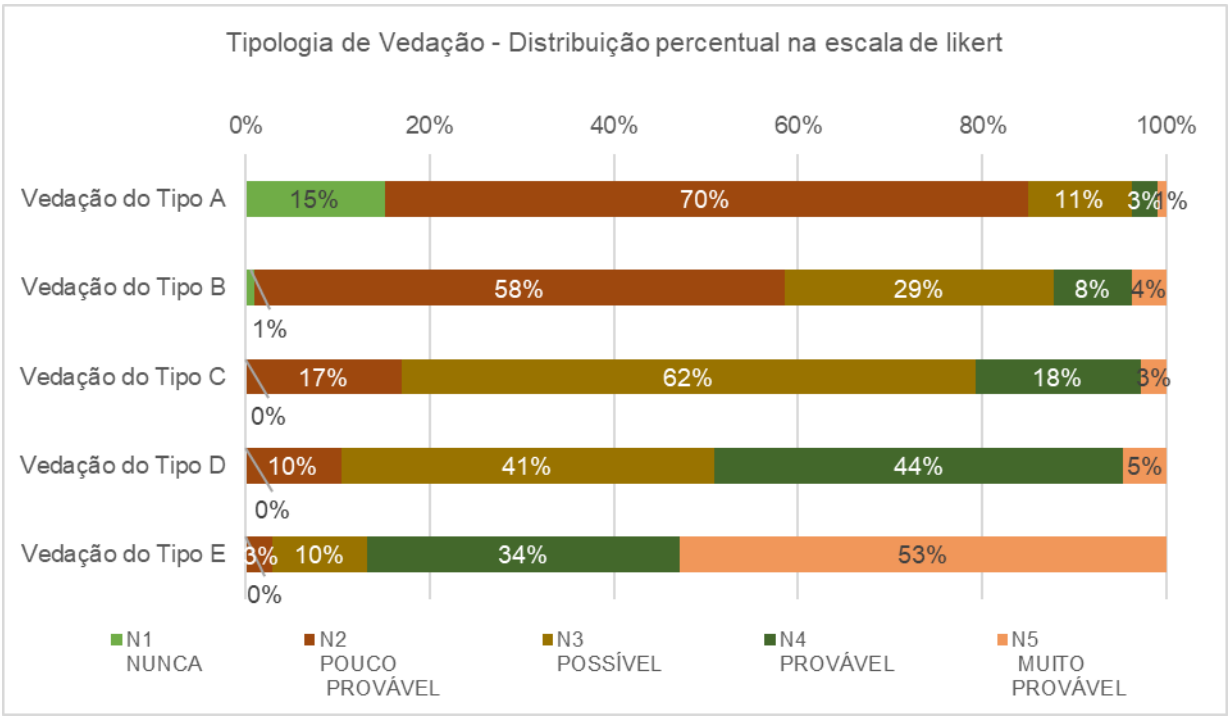


Gráfico 10 - Frequência da escala de Likert - Indicador da tipologia de vedação

No indicador de segurança as respostas expressam na opinião da maioria dos inquiridos, ser provável e até muito provável ocorrer "Trespassing" na ausência destes instrumentos.

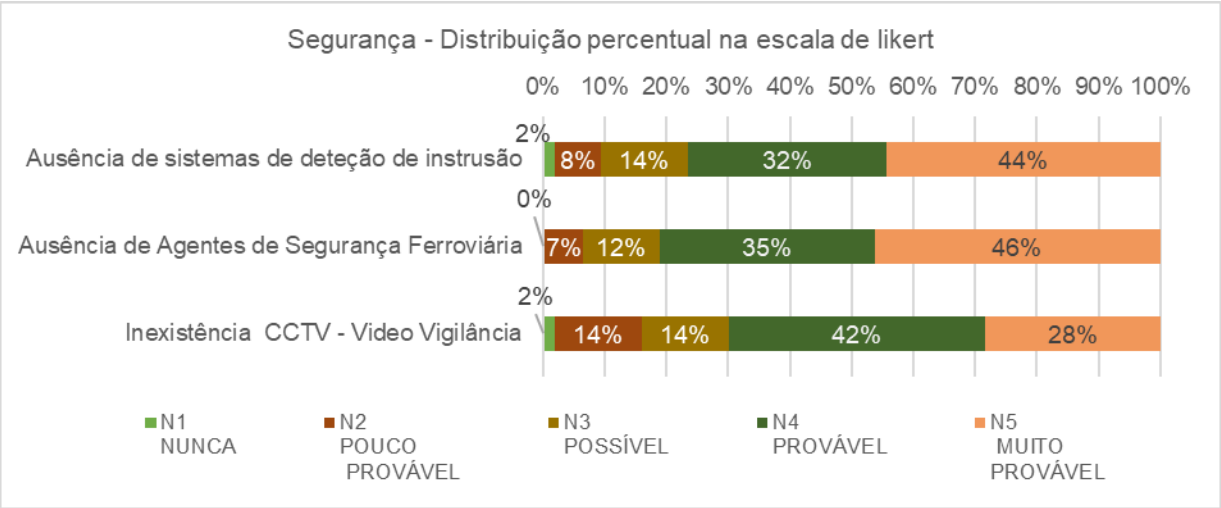


Gráfico 11 - Frequência escala de Likert - Indicador Segurança

A gestão dos atravessamentos sendo aquele com maior nível de importância atribuída na globalidade dos indicadores, apresenta nos três eventos o maior nível de probabilidade de ocorrer “Trespassing”, com especial relevo para a supressão das passagens de nível.

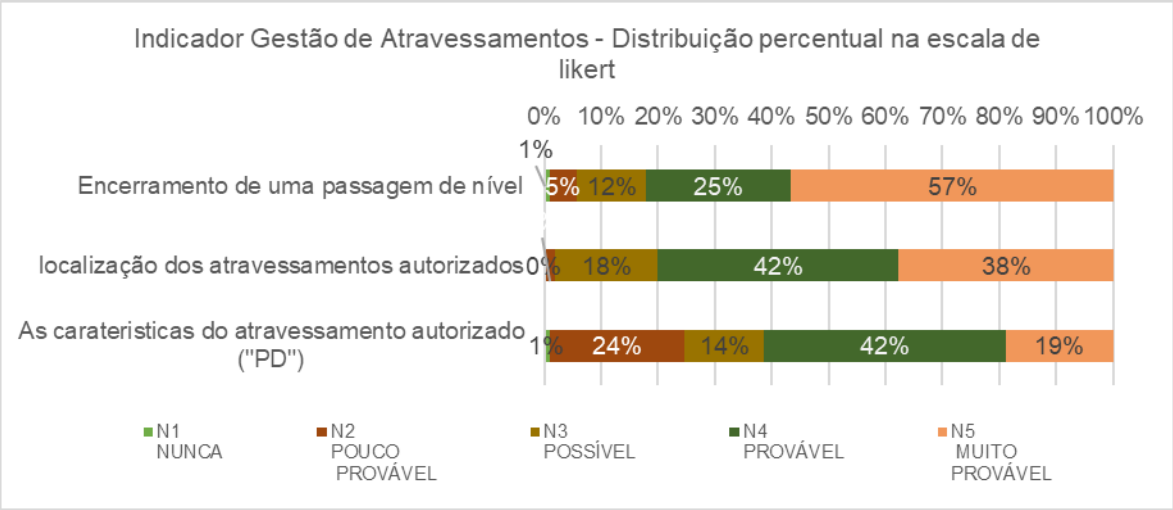
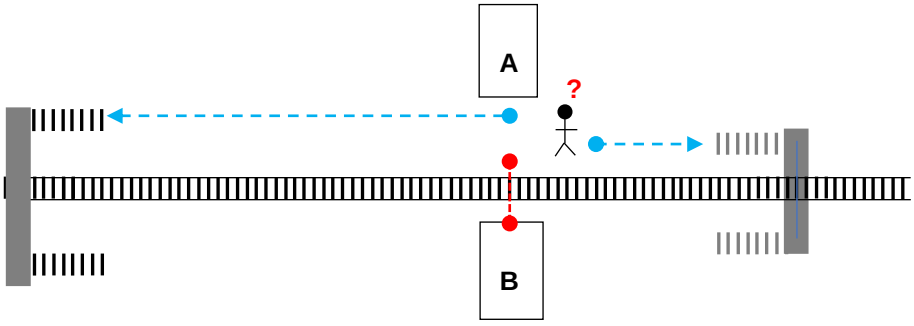


Gráfico 12 – Frequência escala de Likert – Indicador Gestão dos Atravessamentos

A opinião dos inquiridos acerca da localização dos atravessamentos desnivelados e as suas caraterísticas de conforto/segurança/facilidade de utilização, reflete as diferentes experiências e vivências individuais, onde é consolidada na distância em que o utilizador está disposto realizar para fazer o atravessamento em segurança.



Os valores obtidos revelam uma grande divergência nas opiniões, contudo é relevante a percentagem de pessoas que estão dispostas a percorrer uma distância inferior a 100 m (37%), entre 101 m e 200 m (22%), entre 201 e 500 (37%), superior a 501 somente 5%.

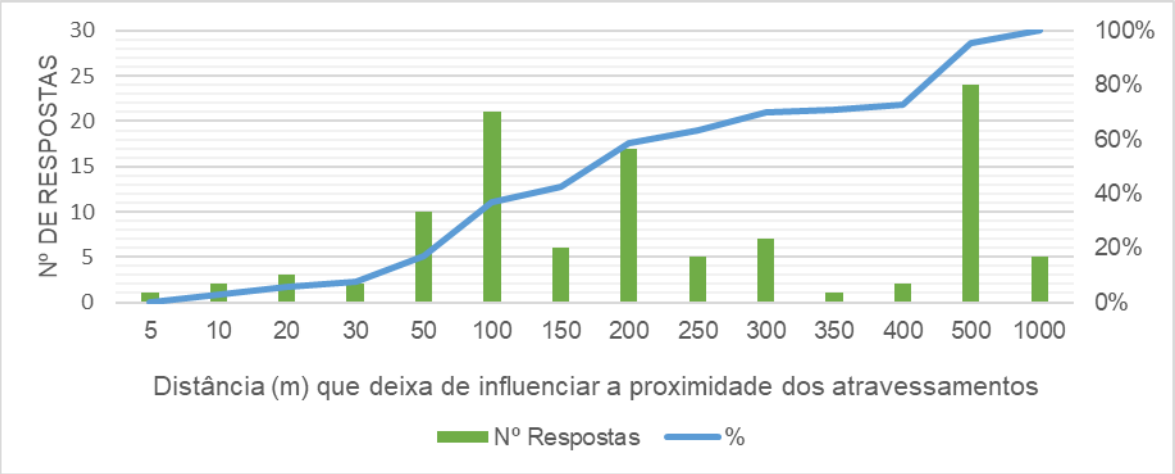


Gráfico 13 - Nº de Respostas X Distância a percorrer pelo peão X % Acumulado

O crescimento das edificações na proximidade das instalações ferroviárias, foi analisado no indicador da pressão urbana (gráfico 14) sobre o caminho de ferro, assim os especialistas em ferrovia consideram que a construção de equipamentos coletivos junto à via férrea é muito provável que ocorra de "Trespassing", este importante aspeto somente é acautelado no *"Artº 3 do DL de lei 568/99 – Novas urbanizações e equipamentos coletivos no que diz respeito às passagens de nível*".

No caso das condições económicas, os valores percentuais são mais significativos nos Níveis Superior (N3=30%; N4=39%; N5=17%).

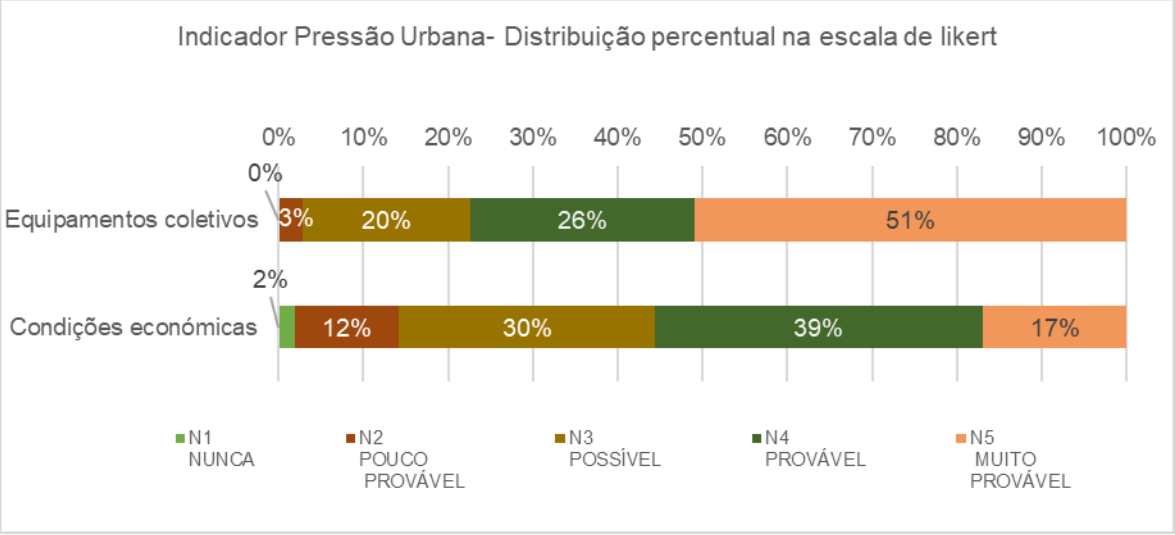


Gráfico 14 - Frequência escala de Likert – Indicador Pressão Urbana

5.2 Probabilidade de acidente devido ao “Trespassing”

Os eventos inseridos nos seis indicadores de probabilidade de acidente por “Trespassing”, representam no seu total 21 alíneas, assim na globalidade das respostas nos níveis mais significativos por ordem decrescente surge o N5 - Muito provável (35%); N4 – Provável (31%); N3 – possível (25%) respetivamente.

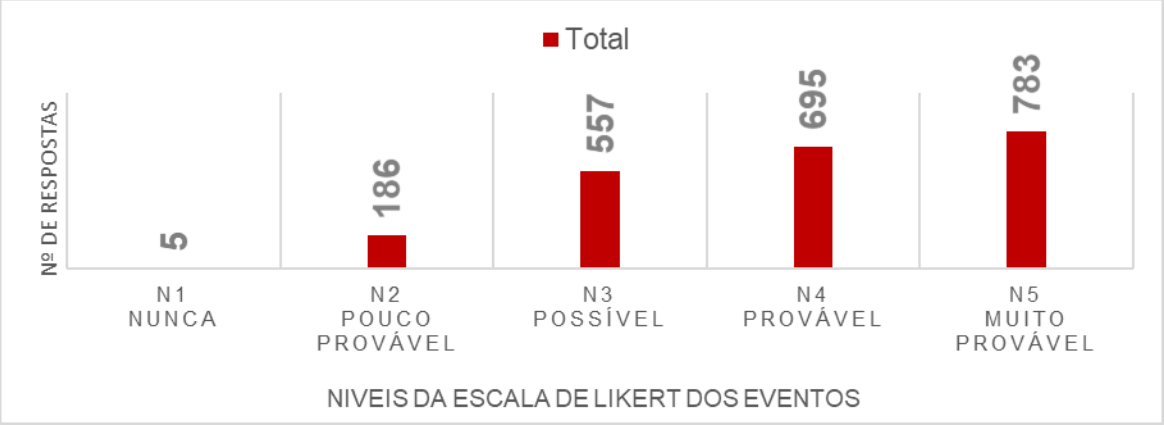


Gráfico 15 - Nº de Respostas x escala de Likert - probabilidade de acidente

O indicador do número de vias (gráfico 16) apresenta três eventos segundo classificação genérica em termos ferroviários (via única = 1 via / via Dupla =2 vias / Via Múltipla + de 2), no conjunto das respostas a via múltipla apresenta valores de 51% no nível mais alto (N5) da escala de likert, contudo de realçar que a via dupla e múltipla quando somados os níveis superiores (N4 e N5), ambos superam os 75% de probabilidade de acidente, já a via única regista no nível central (N3 – possível) 50%.

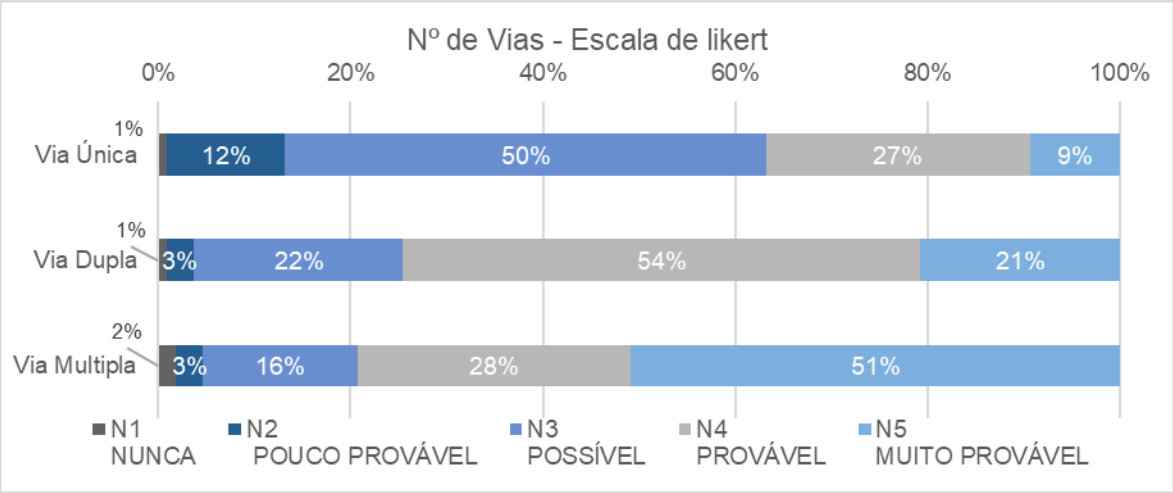


Gráfico 16 - Nº de respostas x Níveis x Caraterísticas da Via

Nos patamares de velocidade dos comboios, é notória uma probabilidade crescente à medida que as velocidades vão aumentando (gráfico 17).

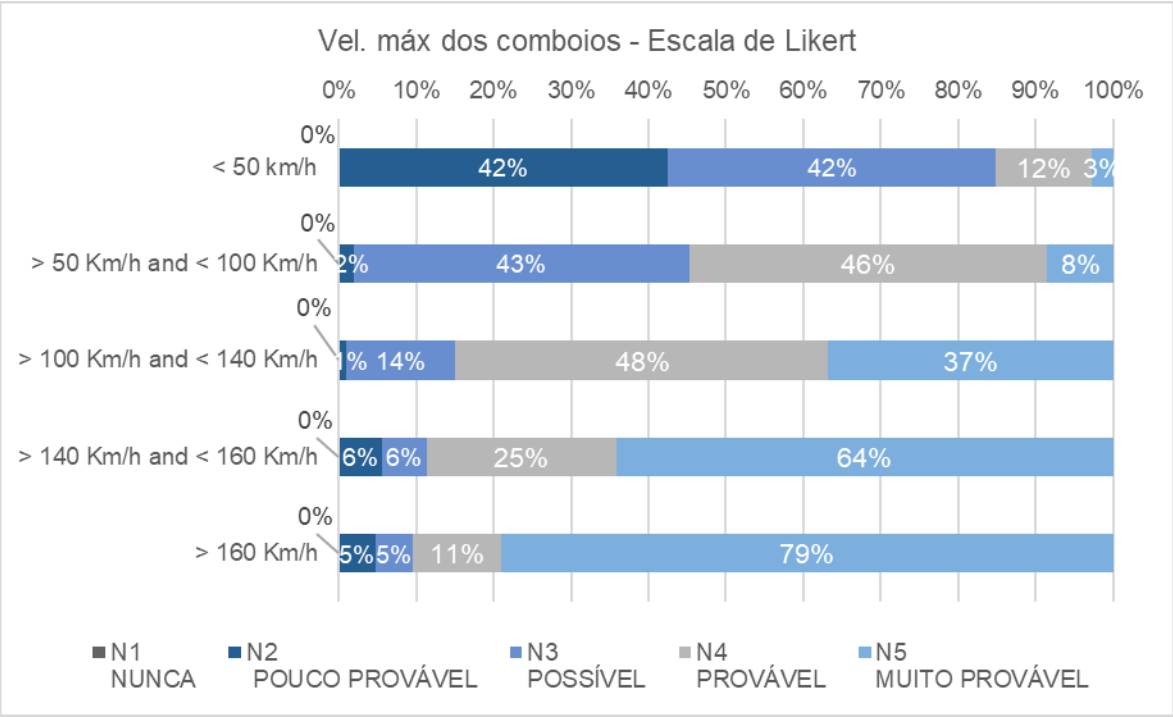


Gráfico 17 - Nº de respostas x Níveis x Velocidade dos comboios

Em análise ás frequências de comboios (gráfico 18), existe uma similaridade com as respostas refletivas nas velocidades.

A existência de uma opinião generalizada de que em todas as frequências apresentadas é muito provável que ocorra um acidente, com uma forte associação de que quando o número de comboios aumenta também maior a probabilidade de acidente por “Trespassing” (ver gráfico 16), contudo por outro lado existe um grupo de inquiridos que considera pouco provável em todos os patamares.

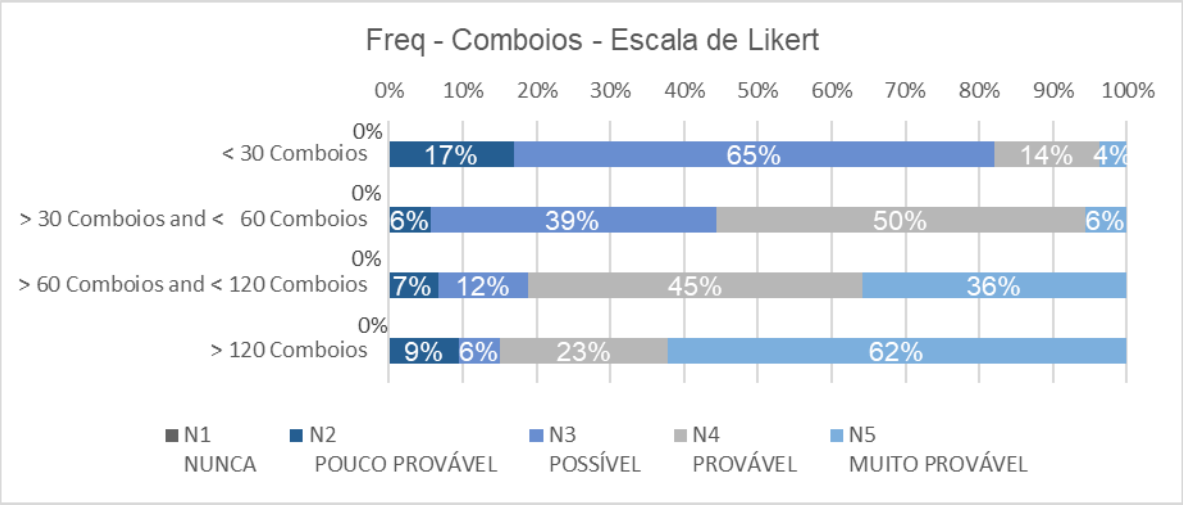


Gráfico 18 - Nº de respostas x Níveis - Frequência de Comboios

A circulação dentro das zonas de risco de colhida por um comboio, associada à irregularidade do balastro, travessas e carril, deste modo nos quatro patamares indicados para as velocidades dos

pedestres (m/s), obteve-se uma forte expressão dos dados nos níveis superiores para as pessoas com menor mobilidade.

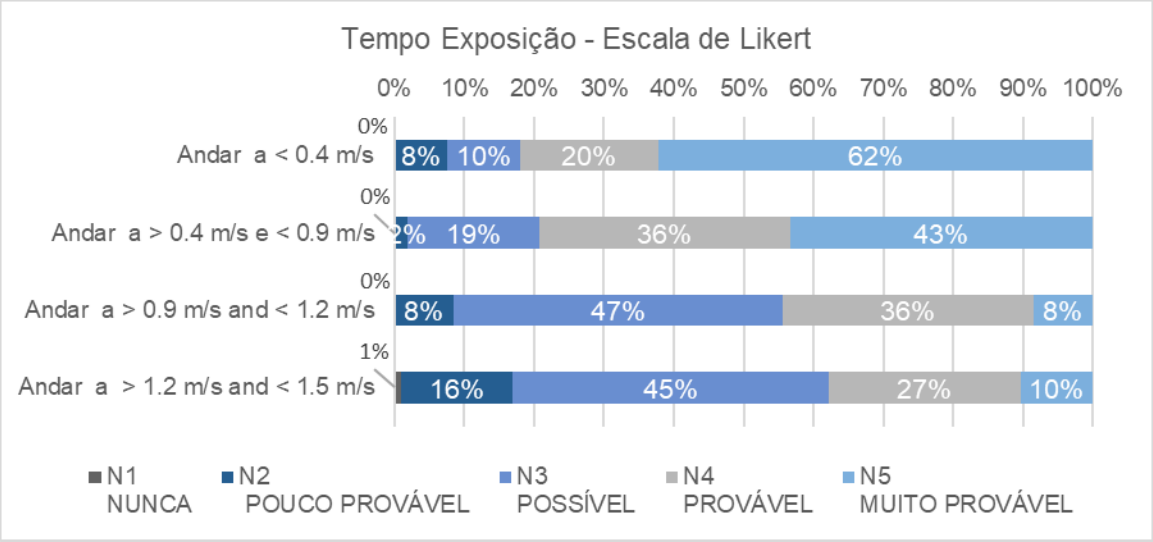


Gráfico 19 - Nº de respostas x Níveis x Tempo de Exposição

Na tipologia de individuo considerou-se duas caraterísticas a primeira pessoa voluntária ao risco, ou seja, com a plena consciência que se encontra num local não autorizado, a pessoa involuntária aquela que pela sua idade ou faculdades mentais não tem a lucidez do risco que está exposto.

Neste sentido, no tipo de individuo que faz "Trespassing" (gráfico 20) os resultados indicam que as pessoas involuntárias estão concentradas em 90% nos níveis superiores da escala de likert. Nas pessoas consideradas voluntárias as probabilidades concentram no nível centra N3 – Possível

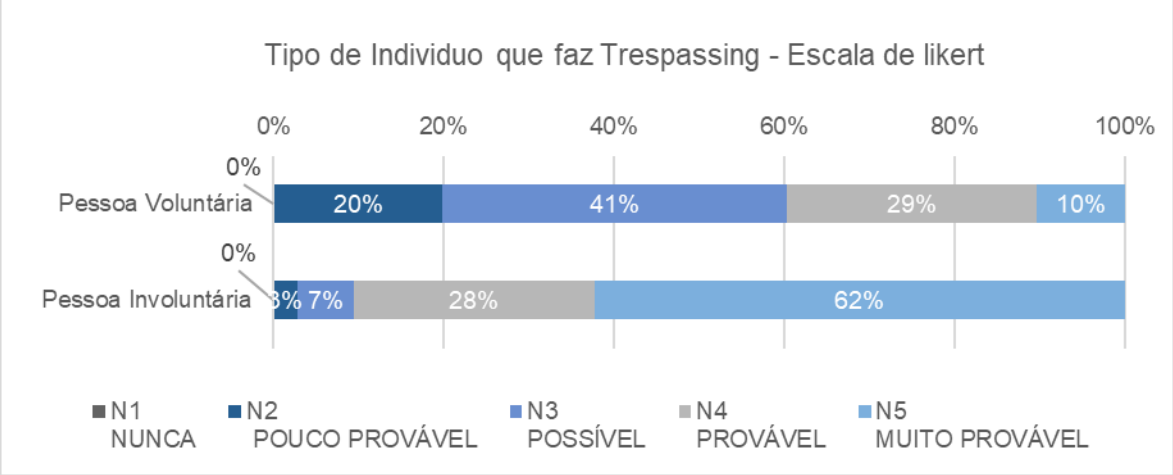


Gráfico 20 – Nº respostas x Níveis - Tipo de individuo que faz "Trespassing"

6 LIMITAÇÕES DO MÉTODO UTILIZADO

A perguntas foram objetivas, condicionadas a uma só resposta [x], com exceção de uma pergunta aberta que refletisse o fator distância a percorrer por um peão entre dois atravessamentos colaterais,

o que permitiu obter a opinião do entrevistado, no entanto em cada resposta direta assinalada com [x] foi inserido um campo de comentários para que o mesmo explicasse algum ponto vista que pudesse gerar dúvida na análise do questionário. Deste modo, é importante realçar que as respostas não geram profundidade na compreensão dos sentidos e foram consideradas apenas as possibilidades de respostas objetivas do participante como previstas nas métricas adotadas.

O método de pesquisa realizado por questionário que não permite estabelecer relações de causalidade, pois não existe manipulação nem controlo experimental. Como a pesquisa neste caso foi enviada por correio eletrônico, ela limita a possibilidade de participação a quem utiliza esta ferramenta no trabalho.

Além disso, o e-mail foi enviado especificamente e apenas para funcionários ligados aos caminhos de ferro nacionais e internacionais, dentro de algumas áreas escolhidas. Assim, a inclusão dos participantes no estudo não foi aleatória e os resultados obtidos neste trabalho podem estar associados à composição da amostra, e não podem ser prontamente generalizados como um todo nem estendidos a outros grupos ou outras organizações tais como autarquias, forças de segurança publica e proteção civil, ainda que sejam agentes colaborativos com o setor ferroviário.

7 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho de pesquisa necessitou de recolher um conjunto de opiniões de funcionários ligados ao setor ferroviário, com enorme relevância para a problemática dos atravessamentos não autorizados, contribuindo para revitalizar a importância do debate no seio de especialistas e conjugação de esforços conjuntos de diferentes setores da ferrovia.

Ficou demonstrado que um Caminho de Ferro moderno, precisa de altos níveis de segurança onde o “Trespassing” não deve ser menosprezado. É notória a necessidade de articulação de todos os agentes que permita reduzir os efeitos do “Trespassing” na sua globalidade, mas acima de tudo, contribuir para um olhar mais atento à mobilidade das pessoas, evitando a exclusão social dos mais idosos, e especial incidência nas crianças que brincam no interior das instalações ferroviárias.

Os tempos modernos, obrigam as pessoas a correr contra o tempo a todo o momento, subestimando os riscos de um atravessamento em locais não autorizados, O potencial risco está nas nossas atitudes, se para uns o “Trespassing” foi um comportamento induzido pelos nossos familiares, outros assumiram que, pelas suas funções de operários da ferrovia, esqueceram as melhores praticas de segurança ao realizarem constantes atravessamentos fora dos locais autorizados.

A sinistralidade devido a este fenómeno, na europa é muito elevado para o nível que se pretende de fiabilidade do sistema ferroviário, os impactos na gestão da circulação são astronómicos, as pessoas que assistem, já mais apagam essas imagens das suas memórias, quando se perde a vida num acidente por “Trespassing”, todos perdemos.

O crescimento dos meios urbanos, com principal incidência em espaços comerciais, de lazer, desportivos, aumentam a pressão sobre o caminho de ferro, onde as velocidades não são idênticas às praticadas pelos automóveis dentro dos meios urbanos de 50Km/h, a sua tecnologia é impercetível à visão humana na sua aproximação acima dos 120 Km/h, os comboios antigos faziam mais ruido que os atuais, a sua frequência era muito inferior e o numero de linhas em paralelo aumentaram.

Em sequência, este trabalho, traça, embora com limites, o rumo para a continuação e aprofundamento do estudo deste fenómeno, a recolha das variáveis identificadas e o seu mapeamento em SIG (sistema de informação geográfica), irá permitir obter a radiografia do sistema ferroviária face a este fenómeno, as duas abordagens ligadas às zonas da via férrea com possibilidade de ocorrer o “Trespassing”, e que resultam em acidentes neste locais não autorizados, são mais uma peça do puzzle no sistema ferroviário.

As vias férreas portuguesas escolhidas para a implementar esta análise serão: linha do Minho (Via Dupla/Via Única); Norte (Via Múltipla/Via Dupla), Sul (Via Dupla/Via Única); Algarve (Via única), Cascais (Via Dupla) e Sintra (Via Múltipla/Via Dupla),

A aplicação deste método a diferentes linhas, permitirá mapear a rede ferroviária nacional, no importante eixo atlântico e zonas urbanas da grande Lisboa e Porto, tornando mais percetível a vulnerabilidade das tipologias de vedações, comportamentos das pessoas na proximidade das instalações e operações ferroviários, com caraterísticas muito dispares.

Termino com uma reflexão ao trabalho desenvolvido, este não teve como objetivo identificar quaisquer falhas técnicas ou responsabilidades em termos do sistema de gestão da segurança ferroviária, mas sim contribuir, com uma semente para o futuro na mitigação dos riscos por efeitos externos á ferrovia com as lições apreendidas do passado.

[i] - A letra **P** (Público) significa que as comunicações são efetuadas através da Rede Pública.
[ii] - Fonte: IET 77 – Normas e procedimentos de segurança em trabalhos na via-férrea.
[iii] - IT-CCE-04
[iv] - IT-CCE-05
[v] - https://www.fra.dot.gov/Elib/Document/14371
[vi] - Corwin D. Edwards - National Comission on Product Safety, 1970

[vii] - Centers for Disease Control and Prevention (1999). Injuries among railroad trespassers in Georgia, 1990–1996. *Mortality and Morbidity Weekly Report*, vol. 48(25), pp. 537-541.
[viii] - https://youtu.be/VTaCZeUnCD0 - https://youtu.be/q3DbOTEc0jY
[ix] - Community Trespass Prevention Guide. U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration, December 2011. http://www.fra.dot.gov/eLib/Details/L02620
[x] - Direction 2006. Trespassing on Railway lines, A Community Problem-Solving Guide.
[xi] - https://oli.org/

[xii] - http://restrail.eu/toolbox/

https://safetydata.fra.dot.gov/OfficeofSafety/publicsite/Query/castally4.asx

[xiv] - https://fragis.fra.dot.gov/Trespassers/
[xv] https://www.era.europa.eu/sites/default/files/library/docs/safety_interoperability_progress_reports/railway_safety_and_interoperability_in_eu_2018_en.pdf
[xvi] - https://safetydb.uic.org/IMG/pdf/sdb_report_2018_public.pdf
[xvii] -Relatório anual de segurança (RSSB - 2010/11)