

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

FLÁVIO ANTONIO COSTA PENHA

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES FÍSICAS DAS PASSAGENS EM NÍVEL DE
TRECHOS FERROVIÁRIOS DA ILHA DE SÃO LUÍS**

São Luís
2017

FLÁVIO ANTONIO COSTA PENHA

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES FÍSICAS DAS PASSAGENS EM NÍVEL DE
TRECHOS FERROVIÁRIOS DA ILHA DE SÃO LUÍS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da
Universidade Estadual do Maranhão para o
título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Thasso Colins Gonçalves

São Luís
2017

Penha, Flávio Antonio Costa.

Avaliação das condições físicas em passagens de nível de trechos ferroviários da ilha de São Luís / Flávio Antonio Costa Penha. – São Luís, 2017.

114 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2017.

Orientador: Prof. Thasso Colins Gonçalves.

1. Passagem em nível. 2. Ferrovia. 3. Cruzamento. I. Título.

CDU 625.16(812.1)

FLÁVIO ANTONIO COSTA PENHA

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES FÍSICAS DAS PASSAGENS EM NÍVEL DE
TRECHOS FERROVIÁRIOS DA ILHA DE SÃO LUÍS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da
Universidade Estadual do Maranhão para o
título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Thasso Colins Gonçalves

Aprovado em: 11 / 12 / 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Thasso Colins Gonçalves
Universidade Estadual do Maranhão

Prof.^a Dra. Maria Teresinha de Medeiros Coelho
Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Dr. Walter Canales Sant'Ana
Universidade Estadual do Maranhão

A Deus,
A nossa família.

AGRADECIMENTO

A Deus, pela vida, pelas pessoas que colocou ao meu redor e por tudo o que tenho.

Aos meus pais Antonio Castro Penha e Darcy Costa Penha, pelo amor, carinho, dedicação, investimento em todos esses anos e pelos valores ensinados.

Aos meus irmãos Daniele, Gualberto, Úrsula e Neudson pelo companheirismo, apoio e incentivos.

A minha querida esposa Alba Catarina pelo respeito, compreensão, amor, amizade e por todos os momentos que passamos juntos.

Aos meus filhos Marco e Manuela fonte de inspiração e eterno aprendizado.

Grato ao meu orientador e professor Thasso Colins sempre presente, pela disposição e atenção a mim prestada.

A instituição UEMA pelo apoio acadêmico e aos professores que compartilharam os seus conhecimentos e experiências de vida.

Aos meus amigos e a todos que contribuíram direta e indiretamente para realização deste trabalho.

“Meus pensamentos são muito diferentes dos seus e meus caminhos vão muito além de seus caminhos, diz o Senhor. Porque, assim como os céus são mais altos que a terra, meus caminhos são mais altos que seus caminhos, e os meus pensamentos, mais altos do que seus pensamentos”

Isaías 55:8-9

RESUMO

As passagens em nível são os cruzamentos de dois modais de transportes, o rodoviário e o ferroviário, embora os acidentes sejam pouco frequentes quando comparado a outro tipo de cruzamento rodoviário, os índices de gravidades são elevados. Este estudo oferece através de análise de dados obtidos em campo, verificação das condições físicas de passagem em nível, estudo de caso que abordou alguns parâmetros das normas técnicas ferroviárias e após essa etapa, foram realizadas as inspeções *in loco*. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é avaliar as condições físicas das passagens em nível da Ferrovia Transnordestina Logística S.A (FTL) de um determinado trecho urbano da cidade de São Luís-MA, apontando os possíveis riscos à segurança durante a operação de veículos ferroviários e rodoviários e analisar se estas estão de acordo com as principais normas: ABNT NBR 15680:2009 (passagens de nível - requisito de projeto) e ABNT NBR 15942:2011 (equipamento de proteção). As melhorias físicas propostas na conclusão deste trabalho foram idealizadas a partir dos problemas encontrados nas avaliações dos cruzamentos rodoferroviários a fim de proporcionar condições seguras nas passagens em nível.

Palavras-chaves: Passagem em Nível; Ferrovia; Cruzamentos.

ABSTRACT

The grade crossings are the crossings of two modes of transport, road and rail, although accidents are infrequent when compared to another type of road junction, the severity indices are high. This study offers through field data analysis, verification of the physical conditions of grade crossings, a case study that was carried out through the research in standards and after this stage, the inspections were carried out in loco. In this context, the objective of the present work is to evaluate the physical conditions of the Transnordestina Logística SA (FTL) grade crossings of a certain urban stretch of the city of São Luís-MA, pointing out possible risks to the safety and operation of railway vehicles and road tests and to analyze if these are in accordance with the main standards: ABNT NBR 15680: 2009 (grade crossings - project requirement) and ABNT NBR 15942: 2011 (protection equipment). The physical improvements are performed to provide safe conditions at grade crossings and the evaluation of road crossings are indispensable steps for the solution of the same.

Keywords: Grade Crossings; Railroad; Crossings.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sistema Ferroviário Brasileiro (2015)	28
Figura 2: Mapa da FTL	30
Figura 3: PN – Bairro Araújo, Juiz de Fora-MG	31
Figura 4: Projeto de execução de passagem de nível	32
Figura 5: Elementos da via permanente	33
Figura 6: Seção transversal tipo de superestrutura	33
Figura 7: Desenho de um “Perfil Vignole” com as partes que o compõe	36
Figura 8: Exemplos de contratrilhos em PN	37
Figura 9: Equipamento de proteção tipo 0 (esquerda) e tipo1 (direita)	38
Figura 10: Equipamento de proteção tipo 2	39
Figura 11: Equipamento de proteção tipo 3a (esquerda), tipo3b e tipo 3c (direita)	39
Figura 12: Equipamento de proteção tipo 4 (esquerda) e tipo 5 (direita)	40
Figura 13: Exemplo para verificação de inclinação de rampa	45
Figura 14: Mapeamento das PN	46
Figura 15: Trecho 01 (PN1, PN2, PN3 e PN4)	47
Figura 16: Trecho 02 (PN5, PN6 e PN7)	48
Figura 17: Trecho 03 (PN8, PN9, PN10, PN11, PN12 e PN13)	48
Figura 18: Trecho 04 (PN14, PN15, PN16 e PN17)	49
Figura 19: Trecho 05 (PN18, PN19, PN20 e PN21)	49
Figura 20: Trecho 06 (PN22, PN23 e PN24)	50
Figura 21: Trecho 07 (PN25, PN26 e PN27)	50
Figura 22: Trecho 08 (PN28 e PN29)	51
Figura 23: Trecho 09 (PN30, PN31, PN32 e PN33)	51
Figura 24: Trecho 10 (PN35)	52
Figura 25: Trecho 11 (PN36 e PN37)	52
Figura 26: Imagem da PN1	53
Figura 27: Imagem da PN2	54
Figura 28: Imagem da PN3	55
Figura 29: Imagem da PN4	56
Figura 30: Imagem da PN5	57
Figura 31: Imagem da PN6	58

Figura 32: Imagem da PN7	59
Figura 33: Imagem da PN8	60
Figura 34: Imagem da PN9	61
Figura 35: Imagem da PN10	62
Figura 36: Imagem da PN11	63
Figura 37: Imagem da PN12	64
Figura 38: Imagem da PN13	65
Figura 39: Imagem da PN14	66
Figura 40: Imagem da PN15	67
Figura 41: Imagem da PN16	68
Figura 42: Imagem da PN17	69
Figura 43: Imagem da PN18	70
Figura 44: Imagem da PN19	71
Figura 45: Imagem da PN20	72
Figura 46: Imagem da PN21	73
Figura 47: Imagem da PN22	74
Figura 48: Imagem da PN23	75
Figura 49: Imagem da PN24	76
Figura 50: Imagem da PN25	77
Figura 51: Imagem da PN26	78
Figura 52: Imagem da PN27	79
Figura 53: Imagem da PN28	80
Figura 54: Imagem da PN29	81
Figura 55: Imagem da PN30	82
Figura 56: Imagem da PN31	83
Figura 57: Imagem da PN32	84
Figura 58: Imagem da PN33	85
Figura 59: Imagem da PN34	86
Figura 60: Imagem da PN35	87
Figura 61: Imagem da PN36	88
Figura 62: Imagem da PN37	89

LISTA DE QUADRO

Quadro 1: Resultado dos leilões de concessão das malhas da RFFSA	26
Quadro 2: Tipos de Dormentes	35
Quadro 3: Fatores de risco em passagem de nível	43
Quadro 4: Localização geográfica das PN	47
Quadro 5: Resultado do levantamento de campo	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Extensão da malha ferroviária brasileira (2017)	27
Tabela 2: Avaliação da PN1	53
Tabela 3: Avaliação da PN2	54
Tabela 4: Avaliação da PN3	55
Tabela 5: Avaliação da PN4	56
Tabela 6: Avaliação da PN5	57
Tabela 7: Avaliação da PN6	58
Tabela 8: Avaliação da PN7	59
Tabela 9: Avaliação da PN8	60
Tabela 10: Avaliação da PN9	61
Tabela 11: Avaliação da PN10	62
Tabela 12: Avaliação da PN11	63
Tabela 13: Avaliação da PN12	64
Tabela 14: Avaliação da PN13	65
Tabela 15: Avaliação da PN14	66
Tabela 16: Avaliação da PN15	67
Tabela 17: Avaliação da PN16	68
Tabela 18: Avaliação da PN17	69
Tabela 19: Avaliação da PN18	70
Tabela 20: Avaliação da PN19	71
Tabela 21: Avaliação da PN20	72
Tabela 22: Avaliação da PN21	73
Tabela 23: Avaliação da PN22	74
Tabela 24: Avaliação da PN23	75
Tabela 25: Avaliação da PN24	76
Tabela 26: Avaliação da PN25	77
Tabela 27: Avaliação da PN26	78
Tabela 28: Avaliação da PN27	79
Tabela 29: Avaliação da PN28	80
Tabela 30: Avaliação da PN29	81
Tabela 31: Avaliação da PN30	82

Tabela 32: Avaliação da PN31	83
Tabela 33: Avaliação da PN32	84
Tabela 34: Avaliação da PN33	85
Tabela 35: Avaliação da PN34	86
Tabela 36: Avaliação da PN35	87
Tabela 37: Avaliação da PN36	88
Tabela 38: Avaliação da PN37	89

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Levantamento do tipo de revestimento das PN	91
Gráfico 2: Levantamento das condições de revestimento das PN	91
Gráfico 3: Levantamento das condições de revestimento asfáltico das PN	92
Gráfico 4: Porcentagem de instalação de contratrilho nas PN	92
Gráfico 5: Porcentagem das PN com proteção	93
Gráfico 6: Levantamento da iluminação das PN	93

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
CBT	Código Brasileiro de Trânsito
CFN	Companhia Ferroviária do Nordeste
CNT	Confederação Nacional de transportes
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
EFC	Estrada de Ferro Carajás
FCA	Ferrovias Centro Atlântico
FTL	Ferrovias Transnordestina Logística
Km/h	Quilômetros por hora
NBR	Norma Brasileira
PND	Plano Nacional de Desestatização
PN	Passagem de nível
RFFSA	Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima
TLSA	Transnordestina Logística S. A
TU	Tonelada Útil
TKU	Tonelada Útil Transportada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	OBJETIVOS.....	19
2.1	Objetivo Geral.....	19
2.2	Objetivos Específicos.....	19
3	JUSTIFICATIVA.....	20
4	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	21
4.1	Modais de transportes.....	21
4.1.1	Modal rodoviário.....	21
4.1.2	Modal aquaviário.....	21
4.1.3	Modal aéreo.....	22
4.1.4	Modal dutoviário.....	23
4.1.5	Modal ferroviário.....	23
4.2	Histórico ferroviário brasileiro.....	24
4.3	As concessões ferroviárias no Brasil.....	25
4.4	Ferrovia Transnordestina Logística – FTL.....	29
4.5	Passagem em Nível.....	31
4.5.1	Sublastro.....	34
4.5.2	Lastro.....	34
4.5.3	Dormentes.....	35
4.5.4	Trilho.....	35
4.5.5	Fixação.....	36
4.5.6	Contratrilho.....	37
4.5.7	Equipamento de Proteção.....	37
4.6	Classificação rodoviária.....	40
4.7	Requisito Técnico	42
4.9	Fatores de riscos em Passagem em Nível.....	42
5	MÉTODOS, DADOS DE ESTUDO E PARÂMETROS.....	44

5.1	Métodos.....	44
5.2	Parâmetros.....	44
5.3	Dados de Estudo.....	46
6	RESULTADOS.....	53
7	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	94
7.1	Conclusão.....	94
7.2	Recomendações.....	95
	REFERÊNCIAS.....	96
	ANEXOS.....	100
	ANEXO A.....	101
	ANEXO B.....	102

1. INTRODUÇÃO

No mundo existem diversos meios de transportes disponíveis, onde os mais utilizados são o rodoviário, o ferroviário, aéreo, aquaviário. Assim sendo, pode-se dizer que para cada um meio de transporte há diferentes ambientes particulares de execução. O custo e a operação de utilização dessas modalidades dependem das exigências e das características do material transportado, distância a ser percorrida e outros (RAZZOLINI FILHO, 2012).

Em 2009, segundo a Confederação Nacional de Transportes (CNT), 61,1% de toda a carga transportada no Brasil usou o sistema modal rodoviário, 21,0% passaram por ferrovias, 14% pelas hidrovias e terminais portuários fluviais e marítimos e apenas 0,4% por via aérea.

O transporte ferroviário, surge no Brasil em 1835, na primeira tentativa incentivada pelo governo imperial de construir uma ferrovia ligando a cidade do Rio de Janeiro às capitais de Bahia, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, mas não houve êxito e só em 1954, devido ao ciclo do café, principal produto de exportação do país, foi inaugurada a primeira ferrovia concluída com pouco mais de 14 quilômetros que liga o Porto de Mauá a cidade de Fragoso. Este foi o marco inicial da rede ferroviária brasileira que, após cem anos, já contava com mais de 36 mil quilômetros de ferrovias (BRINA, 1979).

No Brasil as ferrovias perderam incentivos financeiros devido à grande concorrência com o sistema rodoviário, a extensão da malha ferroviária brasileira é de 28 mil 190 quilômetros de ferrovias, considerando as devoluções de trechos da Ferrovia Centro-Atlântica. (Ministério dos Transportes, 2016) mais de 6 mil quilômetros abaixo do que já foi seu auge.

A falta de incentivo financeiro resultou além da redução do traçado da malha ferroviária, também proporcionou a baixa fiscalização e no sucateamento da malha existente (AGUIAR, 2011) e com o passar dos anos cidades foram se agregando e se desenvolvendo ao redor das ferrovias e tornando necessário muitos cruzamentos entre rodovia e ferrovia em mesmo nível, esse cruzamento é considerada um ponto de risco relacionado a acidentes que apesar de pouco frequente quanto comparado a outro tipo de cruzamento rodoviário, necessita de cuidados de manutenção que tange ao cumprimento das normas técnicas para melhorar a segurança e a mobilidade.

Assim, como muitos municípios brasileiros, São Luís – MA, possui dentro de sua zona urbana uma malha ferroviária, a qual está concedida para duas empresas: VALE S.A. e Ferrovia Transnordestina Logística S.A (FTL), esta última o objeto do presente trabalho. A partir do levantamento de campo pelas condições possíveis analisadas, foi possível identificar e avaliar, dentro de um determinado trecho da FTL, 37 passagens de nível.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é avaliar as condições físicas das passagens em nível de trecho urbano da cidade de São Luís/MA, apontando os possíveis riscos à segurança para operação de veículos ferroviários e rodoviários e também analisar se estas estão de acordo com as normas vigentes, relacionadas a projeto de execução e sinalização.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar as condições físicas das passagens em nível de trecho da Ferrovia Transnordestiana Logística S.A. no perímetro urbano de São Luís-MA.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Mapear as passagens de nível existentes no trecho urbano de São Luís-MA na extensão da Transnordestina;
- b) Selecionar algumas passagens em nível do trecho supracitado e comparar se estas estão em conformidade com as principais normas da ABNT;
- c) Apresentar recomendações de futuras intervenções para melhoria das passagens em nível irregulares.

3. JUSTIFICATIVA

O elevado custo de manutenção de estruturas ferroviárias é um dos fatores que limita os investimentos, podendo ser considerado inviável a substituição integral de componentes dessa estrutura no período de curto prazo. Porém a determinação de pontos críticos é possível priorizar trechos onde os riscos de acidentes, os desgastes e as condições se apresentam de maneira mais severa (AGUIAR, 2011, p.14).

Segundo Falcão (2013), a importância do transporte ferroviário e o seu crescimento nos últimos anos está relacionado a:

A movimentação de cargas pelas ferrovias em toneladas úteis (TU) cresceu 86% entre 1997 e 2010, enquanto que no mesmo período a economia brasileira apresentou um crescimento de 79% do PIB. (...) entre 1997 e 2010 a produção ferroviária nacional medida em tonelada quilômetro útil transportada (TKU) cresceu 104%. Através desses dados de crescimento percebe-se haver um aumento no desempenho no setor ferroviário, visto que o crescimento em TKU é maior que o crescimento em TU, significando, portanto, que hoje estamos podendo transportar mais carga do que antes, considerando o mesmo comprimento de via férrea (Falcão, 2013, p.55).

Diante deste cenário de crescimento, nota-se a importância de ter uma linha ferroviária com qualidade, segura e garantido o direito de ir e vir, tal direito prevalece e está expresso na constituição federal de 1988, que se encontra no artigo 5º, inciso XV: “É livre a locomoção no território nacional em tempo de paz, podendo qualquer pessoa, nos termos da lei, nele entrar, permanecer ou sair com seus bens”.

Este estudo se baseia na análise de passagens em nível do trecho urbano de São Luís/MA, e na identificação dos locais de impacto da segurança do trecho da Ferrovia Transnordestina, analisar o estado de conservação, sinalização e se estão de acordo com as normas para garantir o ciclo produtivo da FTL. Assim sendo possível reduzir os acidentes e prever tendências para a realização de futuras intervenções.

4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

4.1 Modais de transportes

Existem cinco tipos de modais de transporte de cargas: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. (WANKE e FLEURY *apud* NEGRI 2006).

4.1.1 Modal rodoviário

Segundo Franzoni (2005), transporte rodoviário é aquele realizado em estradas de rodagem, com a utilização de veículos, como exemplo, caminhões e carretas.

Ele se caracteriza por atender rotas de distância menores, pela maior frequência e disponibilidade de serviços e pela sua velocidade. No mercado de pequenas cargas, o modal rodoviário é o mais competitivo, comparando-o com o aéreo e, com grandes cargas, compete com o modal ferroviário (BALLOU, 2011).

Ballou (2011, p.29), descreve as vantagens e desvantagens do modal rodoviário:

Vantagens:

- a) Maior disponibilidade de vias de acesso;
- b) Possibilita o serviço porta-a-porta;
- c) Embarques e partidas mais rápidos;
- d) Favorece os embarques de pequenos lotes;
- e) Facilidade de substituir o veículo em caso de quebra ou acidente;
- f) Maior rapidez de entrega.

Desvantagens:

- a) Maior custo operacional;
- b) Menor capacidade de carga;
- c) Épocas de safras provoca congestionamentos nas estradas;
- d) Desgasta prematuramente a infraestrutura da malha rodoviária.

4.1.2 Modal aquaviário

Segundo Keedi e Mendonça (2000), o transporte marítimo é dado como o movimento de mercadorias ou pessoas através de rios ou mares por meio de barcos ou navios.

Ballou (2011, p.20), apresenta as principais vantagens e desvantagens do modal aquaviário:

Vantagens:

- a) As hidrovias possibilitam a diminuição do consumo de óleo diesel para o transporte, promovendo economia e redução da emissão de poluentes;
- b) A implementação de hidrovias tem menor impacto ambiental que a construção de rodovias e ferrovias, por utilizar uma via já existente.
- c) Capacidade de transportar grandes quantidades;

Desvantagens:

- a) Considerado um transporte lento se comparado aos demais modais de transporte;
- b) Necessita de terminais especializado para embarque e desembarque
- c) Alto custo de seguro de carga

4.1.3 Modal aéreo

Segundo Keedi (2004), o modal aéreo é aquele realizado através de aeronaves é rápido e adequado para mercadorias urgentes. Este meio de transporte é considerado misto, já que pode transportar pessoas e cargas ao mesmo tempo.

Ballou (2011, p.21), descreve as principais vantagens e desvantagens do modal aéreo:

Vantagens:

- a) Velocidade, eficiência e confiabilidade;
- b) Competitividade: a frequência dos voos permite altos giros de estoque;
- c) Manuseios altamente mecanizados;
- d) Atinge regiões inacessíveis para outros modais.

Desvantagens:

- a) Menor capacidade em peso e volume das cargas;
- b) Não atende aos graneis;
- c) Custo de capital e frete elevados;
- d) Fortes restrições às cargas perigosas.

4.1.4 Modal dutoviário

Segundo Lambert, Stock, Vantine (1998), o modal dutoviário é possibilitado por meio da implantação de dutos e tubos subterrâneo, submarino ou aparente. Esse transporte é feito basicamente pelo controle de pressão inserida nesses dutos. É um modal que permite o transporte a longas distâncias e em grandes quantidades.

Segundo Ballou (2011, p.130), “com relação ao tempo de trânsito, o transporte dutoviário é o mais confiável de todos, pois existem poucas interrupções para causar variabilidade nos tempos de entrega”.

No Brasil, os principais dutos existentes são:

Oleodutos – destinam-se ao transporte de petróleo bruto e/ou seus derivados, dos terminais portuários e marítimos às refinarias ou centros de distribuição. Funcionam através de sistemas de bombeamento. Devido às diversas características físicas dos produtos (densidade, viscosidade, ponto de fulgor, etc.), cada tipo de produto é mantido aquecido à uma temperatura compatível e adequada a facilitar a vazão o transporte.

Gasodutos – Destinam-se ao transporte de gases entre centros produtores e centros consumidores. A maior obra desta natureza no país é o gasoduto Bolívia-Brasil, com quase 2.000 Km de extensão, recentemente inaugurada, entre Santa Cruz de la Sierra (Bolívia) e Guararema (São Paulo)

Minerodutos – Destinam-se ao transporte de minérios entre as regiões produtoras e as usinas siderúrgicas ou terminais portuários, aproveitando as diferenças de altitude existentes. Funcionam impulsionados por um jato de água contínuo, submetido a forte pressão. Sua espessura e resistência precisam ser muito bem calculadas em função da granulometria do minério, para que não ocorram rupturas ao longo da linha de transporte. O único existente no país é o mineroduto da Samarco Mineração, destinado à exportação do minério de ferro do quadrilátero ferrífero mineiro pelo terminal portuário de Ponta do Ubú, na costa sul do Espírito Santo. (RODRIGUES, 2000, p.30 *apud* XAVIER FILHO, 2006)

4.1.5 Modal ferroviário

De acordo com Keedi e Mendonça (2000), o modal ferroviário é realizado por trens, compostos por vagões, que por sua vez são puxados por locomotivas, para este transporte são utilizados os trilhos.

Como qualquer meio de transporte, o ferroviário apresenta características tanto positivas quanto negativas.

Como ponto positivo a ferrovia tem capacidade de transportar grandes volumes de produto homogêneo, com eficiência energética, principalmente ao longo de distância relativamente extensas, frete mais barato para movimentar grandes volumes em comparação ao rodoviário, inexistência de pedágio, baixa poluição ao meio ambiente e assim como outros tipos de modais de transporte, o ferroviário também apresenta pontos negativo como: alto custo fixo devido ao elevado valor de manutenção da via e aquisição de equipamentos que são caros, baixa acessibilidade quando do atendimento da origem da demanda, baixa flexibilidade e limitação da rede ferroviária (Falcão, 2013, p.51).

4.2 Histórico ferroviário brasileiro

Campos Neto *et al.* (2010) definem ferrovia como:

Um 'caminho de ferro'. Especificamente, é um caminho formado por trilhos paralelos de aço, assentados sobre dormentes de madeira, concreto ou outros materiais. Sobre esses trilhos correm máquinas de propulsão elétrica, hidráulica ou combustível que tracionam comboios de passageiros acomodados em vagões-cabines e cargas acondicionadas em caçambas, contêineres ou tanques (CAMPOS NETO *et al.*, 2010, p.8).

As ferrovias são consideradas a maior conquista da primeira revolução industrial provida da Inglaterra no século XIX, e provocaram grandes transformações não apenas na produção industrial, mas também nas vias de comunicação da época. As ferrovias materializaram um novo tempo de sistema econômico mundial, uma nova era marcada pela velocidade de deslocamento. (BORGES, 2011, p.18)

A implantação de ferrovia no país resultou em um conjunto de medidas governamentais que vieram a favorecer a modernização de alguns setores da economia do país, especialmente de serviços e da produção industrial. (RODRIGUEZ, 2004, p.14).

A construção da estrada de ferro se fazia necessária, pois o país necessitava dar escoamento à produção dos produtos agrícolas destinados à exportação e ao abastecimento interno (MACÊDO, 2009, p.5)

Borges (2011), diz que logo no início do século XIX o Brasil começou a se interessar pelas ferrovias, visto que o crescimento da economia primário-exportadora exigia um meio de transporte mais eficiente com menores custos. Portanto, foram com o intuito de modernizar o setor primário brasileiro que se implantou as estradas ferroviárias.

No intuito de melhorar o escoamento da produção o Brasil buscou meios de transporte mais eficientes, daí então a primeira investida para construção de ferrovia, conforme Brina (1979).

No Brasil a primeira tentativa de implantação de uma ferrovia inicia em 1835 quando surge a primeira tentativa, incentivada pelo Governo Imperial, de se construir uma ferrovia ligando o Rio de Janeiro, capital do império, às províncias de Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul. O empreendimento não se concretizou e após isso houve outras tentativas que também falharam. Só em 1854 seria inaugurada a primeira ferrovia do Brasil, com pouco mais de 14 quilômetros de extensão e financiada integralmente pelo Barão de Mauá, ligando o Porto de Mauá a Fragoso. Este foi o marco inicial da rede ferroviária brasileira que, após cem anos, já contava com mais de 36 mil quilômetros de ferrovias (BRINA, 1979).

Segundo o Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA) (2010), as ferrovias passaram a ser controlada pelo setor público, porém o país atravessou por uma crise que desencadeou a falta de incentivo e conseqüentemente a inclusão das malhas ferroviárias no projeto de privatização.

Em 1950 o setor teve sua importância e investimentos reduzidos, foi quando ocorreu o fenômeno da rodoviarização (política de privilégios ao setor rodoviário). Surgindo, portanto, a necessidade de estatizar a maioria das companhias ferroviárias, bem como centralizar o comando destas ferrovias neoestatais na recém-criada Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA) na qual unificou 42 ferrovias (IPEA, 2010, p. 3).

Com a crise do petróleo na década de 1970 e as sucessivas crises econômicas vividas pelo Brasil na década posterior, a situação da RFFSA tornou-se insustentável. O investimento na malha ferroviária caiu, houve o sucateamento de algumas infraestruturas e as dívidas cresceram rapidamente. Assim, seguindo caminho contrário ao percorrido na metade do século XX, houve a privatização das ferrovias sob controle das estatais. O marco deste processo foi a inclusão da RFFSA no Programa Nacional de Desestatização (PND) dessa forma a RFFSA entrou em liquidação em 1992 e os leilões de seus ativos ocorreram em 1996 (IPEA, 2010, p. 3).

4.3 As Concessões ferroviárias no Brasil

Conforme Castro (2002, p. 521) as ferrovias foram nacionalizadas, entretanto sofreram consequência de longo período de abandono.

A partir de 1900, essas ferrovias foram nacionalizadas e passaram a ser controladas pelo Estado. O setor ferroviário brasileiro foi abandonado a partir do governo Juscelino Kubitschek, que priorizou o desenvolvimento de rodovias. Foi apenas nos anos 1990 que o investimento ferroviário foi retomado, com o início das concessões a empresas privadas (*apud* AGUIAR, 2011).

O processo de concessão de malha ferroviária foi realizado com base na Lei das Concessões de Serviços Públicos lei nº 8.987/95.

Segundo CNT (2013), as principais características das concessões ferroviárias são:

Objeto de concessão: Exploração e desenvolvimento do serviço público de transporte ferroviário de carga. Período: 30 anos, prorrogáveis por mais 30. Principais obrigações: Aumento da produção anual das ferrovias; Redução do número de acidentes; Prestação de serviço adequado sem discriminação dos usuários; Garantir tráfego mútuo ou, no caso de impossibilidade, permitir o direito de passagem a outros operadores de transporte ferroviário. Principais direitos das Concessionárias: Receber dos usuários o pagamento de todos os serviços que forem requisitados, obedecidas as tarifas teto; Construir ramais, pátios, variantes, estações e proceder correções de traçado para a melhoria e/ou expansão dos serviços da malha; Contratar terceiros para o desenvolvimento de atividades inerentes, acessórias ou complementares; Ter garantido o equilíbrio econômico-financeiro do contrato de concessão (CNT, 2013, p.20).

O quadro 1 sintetiza o resultado dos leilões de concessão das malhas da RFFSA.

Quadro 1: Resultado dos leilões de concessão das malhas da RFFSA

MALHA	DATA LEILÃO	CONCESSIONÁRIA	EXTENSÃO (KM)
Nordeste	18/07/1997	Companhia Ferroviária do Nordeste S. A	4.534
Centro Leste	14/06/1996	Ferrovias Centro-Atlântico S. A	7.080
Sudeste	20/09/1996	MRS Logística S. A	1.674
Tereza Cristina	22/11/1996	Ferrovias Tereza Cristina S. A	164
Sul	13/12/1996	Ferrovias Sul-Atlântico	6.586
Paulista	10/11/1998	FERROBAN – Ferrovias Bandeirantes	4.236
Oeste	05/03/1996	Ferrovias Novoeste S. A	1.621

Fonte: CNT (2013)

Atualmente, segundo a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) o sistema ferroviário brasileiro totaliza 29.075 km de extensão e é composto por 13 malhas concedidas, que atendem às regiões Sul, Sudeste, Nordeste e em menor proporção, Centro-Oeste e Norte do país, conforme discriminado na tabela 1 e representado na figura 1

Tabela 1: Extensão da malha ferroviária brasileira (2017)

Malhas Regionais	Ferrovia	Bitola			Total
		Larga	Métrica	Mista	
MA/PA	Estrada de Ferro Carajás	978			978
PR	Estrada de Ferro Paraná Oeste		248		248
ES/MG	Estrada de Ferro Vitória Minas		873	22	895
Centro Leste	Ferrovia Centro Atlântica	3	7.089	131	7.223
Norte Sul	Ferrovia Norte Sul - Tramo Central	856			856
Norte Sul	Ferrovia Norte Sul - Tramo Norte	745			745
Tereza Cristina	Ferrovia Tereza Cristina		163		163
Nordeste	Ferrovia Transnordestina - FTL		4.275	20	4.295
Sudeste	MRS	1.613		73	1.686
MS/MT	Rumo Malha Norte	735			735
OESTE	Rumo Malha Oeste		1.973		1.973
Paulista	Rumo Malha Paulista	1.544	242	269	2.055
Sul	Rumo Malha Sul		7.223		7.223
Total		6.474	22.086	515	29.075

Fonte: Declaração de Rede 2017 – ANTT (2017)

Figura 1: Sistema Ferroviário Brasileiro (2015)



Fonte: CNT (2015)

4.4 Ferrovia Transnordestina Logística – FTL

A Malha Nordeste da RFFSA foi concedida à antiga Companhia Ferroviária do Nordeste S.A. (CFN) em julho de 1997, iniciando as operações de transporte ferroviário em janeiro de 1998. Em 2008, o nome social da companhia passou a ser Transnordestina Logística S.A (TLSA) e, em 2013, com a cisão de seus ativos, teve origem a Ferrovia Transnordestina Logística (FTL), responsável pela operação da malha proveniente da RFFSA, enquanto a TLSA passou a responder pela Ferrovia Nova Transnordestina, em construção (CNT, 2015)

Segundo a pesquisa CNT de ferrovia de 2015, a malha da FTL conta com 4.295 km de extensão, sendo 4.275 km em bitola estreita e o restante em bitola mista. Registro da CSN, empresa que controla a FTL, antiga malha nordeste da RFFSA, possuía, em 2017, 92 locomotivas e 1.434 vagões¹ em operação. Interliga o porto de Itaqui, no Maranhão, onde possui conexão com a Estrada de Ferro Carajás (EFC), aos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Conecta-se à Ferrovia Centro-Atlântico (FCA), no Município de Propriá - Sergipe, permitindo o acesso à Bahia e à Região Sudeste do País.

Em 2016, a empresa transportou 2,7 milhões de toneladas, dos quais 1,4 milhão de celulose, 607 mil de combustíveis e 370 mil de cimento.²

A FTL interliga os principais portos da Região Nordeste do País, conforme mostrado na Figura 2.

¹ Dados apontado no *site* da CSN acessado em 25 out. 2017 <http://www.csn.com.br/conteudo_pti.asp?idioma=0&conta=45&tipo=59544>

² Dados extraído pelo *site* da CSN empresa controladora da Ferrovia Transnordestina <http://www.csn.com.br/conteudo_pti.asp?idioma=0&conta=45&tipo=59544> acessado em 25 out. 2017.

Figura 2: Mapa da FTL



Fonte: Elaboração CNT (2015)

4.5 Passagem em Nível

Passagem de nível, segundo o Código Brasileiro de Trânsito (CBT), Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, é “todo cruzamento de nível entre uma via e uma linha férrea ou trilho de bonde com pista própria”. Sendo assim, as passagens de nível rodoviárias são os cruzamentos de dois modais de transporte: o rodoviário e o ferroviário.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da norma NBR 15680:2009, o termo passagem em nível, ou de nível é uma classificação alternativa, formalizada para um cruzamento da via férrea com a via rodoviária no mesmo plano horizontal.

Passagem de nível (PN), é definida como cruzamento de uma ou mais linhas com uma rodovia principal ou secundária, no mesmo nível (DNIT, 2017).

A figura 3 evidencia um exemplo de passagem em nível localizada na Cidade de Juiz de Fora-MG.

Figura 3: PN – Bairro Araújo, Juiz de Fora-MG

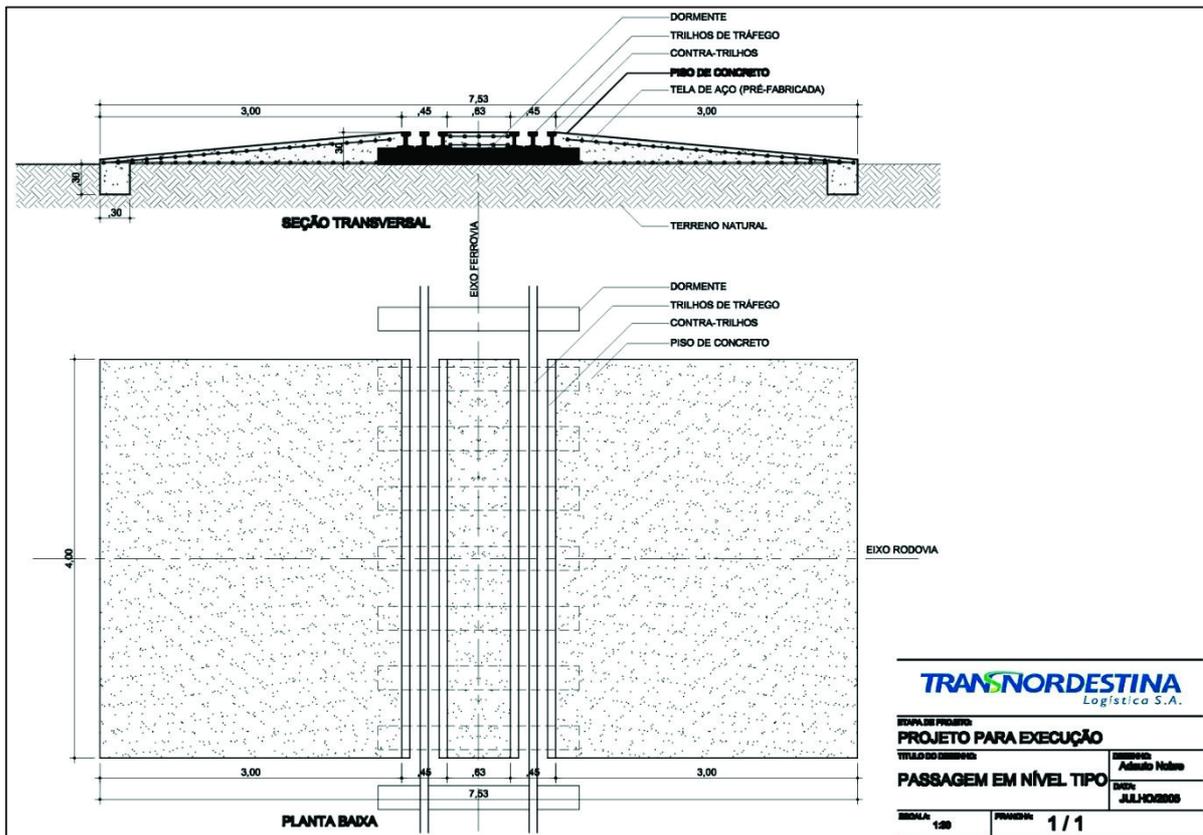


Fonte: MRS/divulgações (2017) ³

³ Imagem retirado do site do portal G1-Zona da Mata – MG, acessado em 5 jul. 2017 <<https://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/carro-invade-passagem-de-nivel-e-e-atingido-em-cheio-por-trem-em-juiz-de-fora-veja-video.ghtml>>

A figura 4 representa um projeto de execução de uma PN elaborado pela FTL (Anexo B) onde mostra a planta baixa e a seção transversal bem como os tipos de materiais utilizado para sua composição.

Figura 4: Projeto de execução de passagem de nível



Fonte: Arquivo FTL (2005)

4.5.1 Elementos da Passagens em Nível

Muniz (2002) diz que o termo via permanente veio do fato de que, diferentemente das outras vias, essa tinha caráter de fluxo permanente, por suportar situações adversas, como chuva e neve, sem interrupção do fluxo ferroviário.

O apoio e a superfície de rolamento para os veículos ferroviários são compostos basicamente por três elementos, o lastro, os dormentes e os trilhos, que em conjunto formam a via permanente (BRINA, 1979).

No transporte ferroviário, a via permanente (VP) é constituída basicamente de trilhos, dormentes e lastro. Pode ainda ser incluído nesta composição o sublastro, que fica adjacente a camada fina da infraestrutura, mas tem características especiais que justificam a sua inclusão como parte da superestrutura ferroviária. (MARZOLA, 2004, p.22).

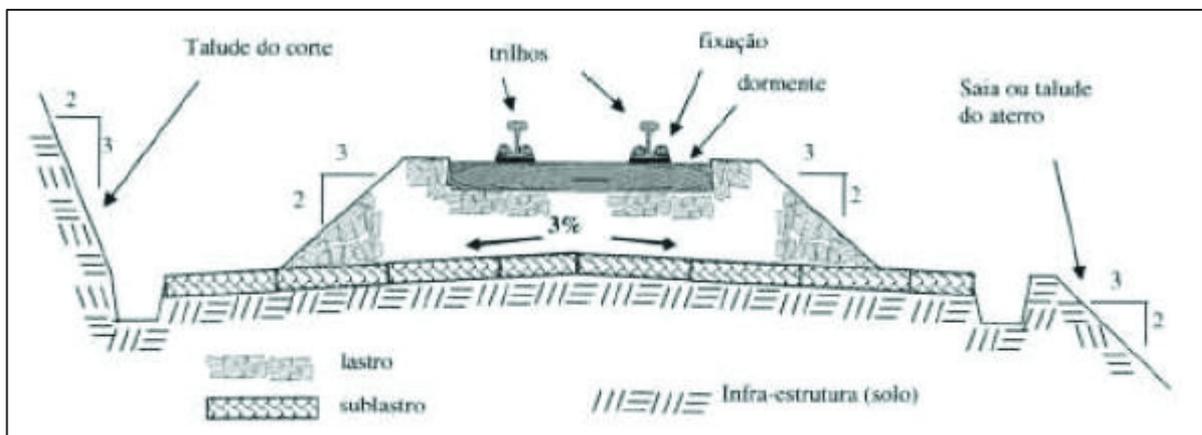
De acordo com Nabais (2014), a superestrutura pode ser classificada em dois tipos distintos:

Superestrutura rígida: quando os dormentes são assentados sobre uma laje de concreto ou fixados diretamente sobre uma viga;

Superestrutura elástica: quando os dormentes são assentados sobre uma camada de lastro que, em conjunto com os dormentes, suportará e distribuirá as cargas transmitidas pelos trilhos uniformemente sobre a plataforma.

A figura 5 abaixo representa os elementos que compõe a via permanente: trilho, fixação, dormente, lastro e sublastro.

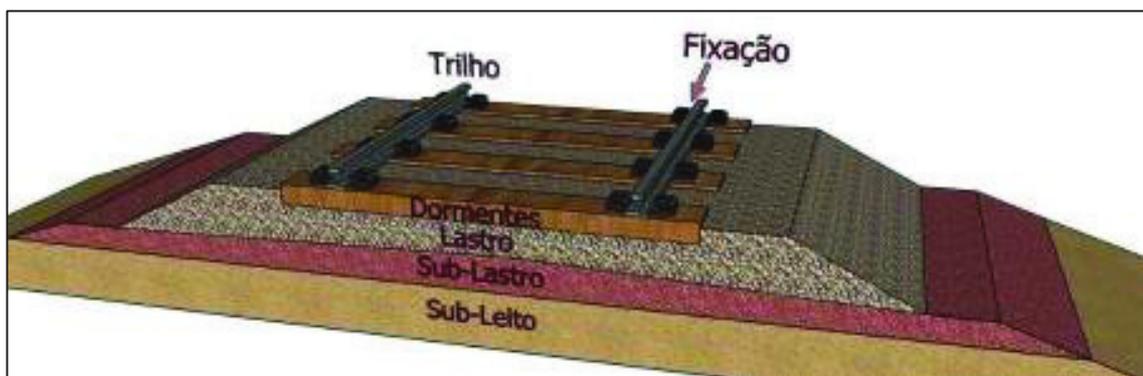
Figura 5: Elementos da via permanente



Fonte: Duval e Magalhães (2006 *apud* MACÊDO, 2009)

A Figura 6 representa graficamente uma seção transversal tipo de superestrutura de uma via férrea.

Figura 6: Seção transversal tipo de superestrutura



Fonte: KLINCEVICIUS (2011)

4.5.2 Sublastro

O sublastro é o elemento que está ligado à infraestrutura da via. Segundo Paiva (1999 *apud* SCHUINA, 2014), é empregado para evitar a penetração do lastro no solo e a contaminação do lastro por material fino decorrente do leito. A maior impermeabilidade do sublastro, em relação ao solo, melhora a drenagem, evitando a erosão e a penetração da água no solo.

Sublastro é a camada constituída por material granular, geralmente bem granulada, localizada entre o lastro e o subleito. Essa camada age como filtro, prevenindo a penetração do solo do subleito no lastro. As principais funções do sublastro são:

- a) Reduzir as cargas advinhas do lastro, provenientes da carga rolante, para adequá-las à resistência do subleito;
- b) Evitar o bombeamento de finos, fenômeno no qual a lama, resultante da mistura do solo fino com água, é bombeada, pela ação do tráfego, para a camada de lastro, alterando suas propriedades; e
- c) Redução da espessura da camada de lastros o que favorece a economia já que o material utilizado no sublastro é de menor custo. (KLINCEVICIUS 2011, p.17)

4.5.3 Lastro

O lastro está situado entre o sublastro e os dormentes. Eles podem ser de pedra britada, escória de aciaria ou cascalho quebrado (SYDOW, 2009 *apud* SCHUINA, 2014). Suas principais funções são capacidade de suporte, drenagem, elasticidade e absorção de impactos (SILVA JR, 2008).

O lastro ferroviário é formado por uma camada de material granular que deve possuir granulometria uniforme e fica localizado no pavimento. Na maioria dos casos, o material utilizado como lastro ferroviário é constituído de pedra extraída de pedreiras, que passa por processo de britagem e é depositada separadamente, conforme a granulometria desejada. Em um contexto global, o material mais utilizado e aceito para o lastro da via, devido a suas propriedades, é o basalto. Mas, podem ser encontrados substitutos similares, como granito e quartzito (STEFFLER, 2013, p.26).

Sydow (2009 *apud* SCHUINA, 2014) descreve que a funcionalidade do lastro ferroviário é absorver os esforços recebidos dos dormentes e enviá-los para a plataforma, sem superar a tensão admissível. Este ainda estabiliza a via verticalmente, lateralmente e longitudinalmente ancorando os dormentes que recebem as diversas cargas dos trilhos.

4.5.4 Dormente

Segundo Silva Jr. (2008, p. 23) “o dormente é o elemento da superestrutura ferroviária que tem por função receber e transmitir ao lastro os esforços produzidos pelas cargas dos veículos, servindo de suporte dos trilhos, permitindo a sua fixação e mantendo invariável a distância entre eles [...]”.

Para atender aos requisitos de uma viga, o principal material usado como dormente tem sido a madeira. Entretanto, outros materiais vêm sendo muito utilizados, como o concreto e o aço (DUVAL e MAGALHÃES, 2006 *apud* MACÊDO, 2009).

A título de comparação a quadro 2 mostra algumas vantagens e desvantagens dos principais tipos de dormentes:

Quadro 2: Tipos de Dormentes

TIPO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
MADEIRA	Menor massa – fácil manuseio	Baixa vida útil
	Bom isolante	Ataque de fungos e insetos
	Fixação simples	Tratamento exige estoque
	Baixo nível de ruído	Oferta reduzida
CONCRETO	Maior massa- resistente a esforços	Difícil manuseio
	Manutenção da bitola	Frágil em descarrilamento
	Bom Isolante	Substituição onerosa
	Alta vida útil	Dificuldade de fixação eficaz
AÇO	Manutenção da bitola	Massa reduzida- Menor inércia
	Recondicionável	Alto nível de ruído
	Alta vida útil	Não isolante

Fonte: PORTO (2004) (adaptado)

Nas vias com bitola standard ou normal (1,435 m), os dormentes seguem um espaçamento de 55 a 58 cm, enquanto que nas vias com bitola larga (1,60m) o espaçamento é de 58 a 60 cm. (ALVES, 2009).

4.5.5 Trilho

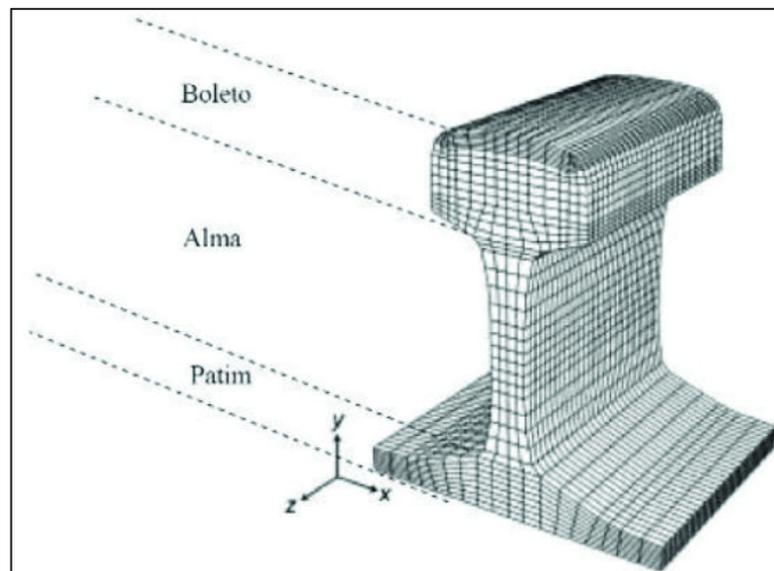
Os trilhos são vigas longas, resistentes ao desgaste, choques e ações mecânicas, com forma ou perfil especial sobre a qual trafegam e são guiadas as rodas do equipamento de tração e do material rebocado (LEAL, 2006).

Também Sartori (2010), faz as seguintes considerações relacionado ao trilho:

Os trilhos são posicionados sobre dormentes os quais transferem para estes as solicitações do material rodante da via. Possuem, ainda como uma de suas funções sustentar e conduzir os trens, apresentando características estruturais de uma viga extensa e contínua (SARTORI, 2010).

O perfil convencional utilizado em trilhos ferroviários é do tipo Vignole, composto por boleto, alma e patim, definido pela ABNT NBR 7590:1991 conforme apresentado na figura 07.

Figura 7: Desenho esquemático de um “Perfil Vignole” com as partes que o compõe.



Fonte: SKYTTEBOL (2005 *apud* SARTORI (2010))

O boleto é a área de contato e apoio da roda com o trilho, patim é a base de apoio do trilho e serve para fixar o trilho no dormente e a alma é a ligação do patim com o boleto.

4.5.6 Fixação

As fixações segundo Silva Jr. (2008), são as estruturas que permitem que os trilhos fiquem firmes aos dormentes. Elas podem ser rígidas, quando impedem qualquer tipo de movimentação do trilho em relação ao dormente ou elásticas que permitem uma oscilação vertical controlada e são mais eficientes em relação as rígidas.

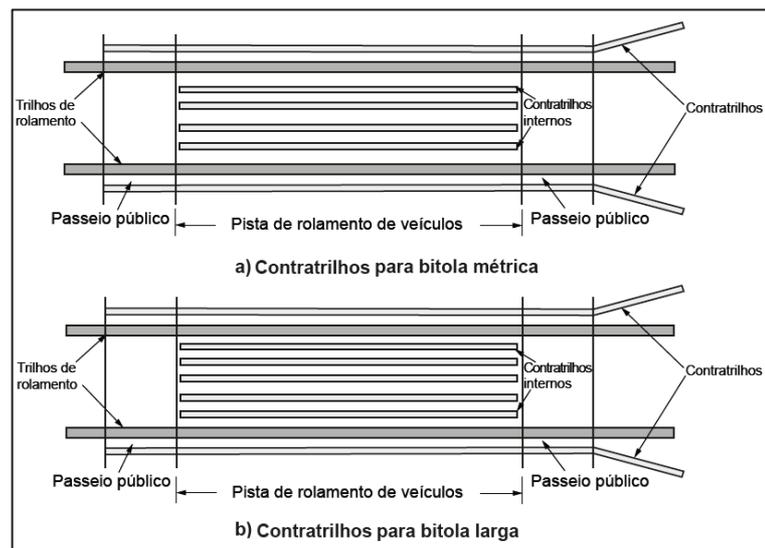
4.5.7 Contratrilho

Segundo Macedo (2009) cita: contratrilhos são peças de trilho ou de perfil metálico especiais, convenientemente trabalhadas e assentadas no cruzamento para guiar os rodeiros dos veículos rodoviários na direção desejada.

As barras de contratrilhos, internos ou externos, bem como dos guarda-trilhos, devem ser efetivamente fixadas à grade ferroviária, com igual distribuição de esforços em todos os dormentes afetados, de modo a impedir qualquer deslocamento destes dormentes por esforços diferenciais. Este requisito visa proteger os trilhos de rolamento e a grade ferroviária contra impactos das rodas rodoviárias, de modo a preservar suas integridades. (Macedo, 2009)

A figura 8 representa um exemplo de contratrilhos em passagens de nível com bitola métrica e bitola larga.

Figura 8: Exemplos de contratrilhos em PN



Fonte: Adaptado ABNT (2017)

4.5.8 Equipamento de proteção

Com relação à proteção, Evans (2011) classifica as PN em controladas, automáticas e passivas. As PN controladas são aquelas em que a abertura e o fechamento da passagem dos trens ou veículos são feitos por funcionários da ferrovia, sendo o contrário das PN automáticas que são feitas por dispositivos que detectam a aproximação do trem e assim fecham ou liberam a passagem. As PN passivas são aquelas que não possuem dispositivos que avisam a aproximação do trem, necessitando da vigilância dos motoristas.

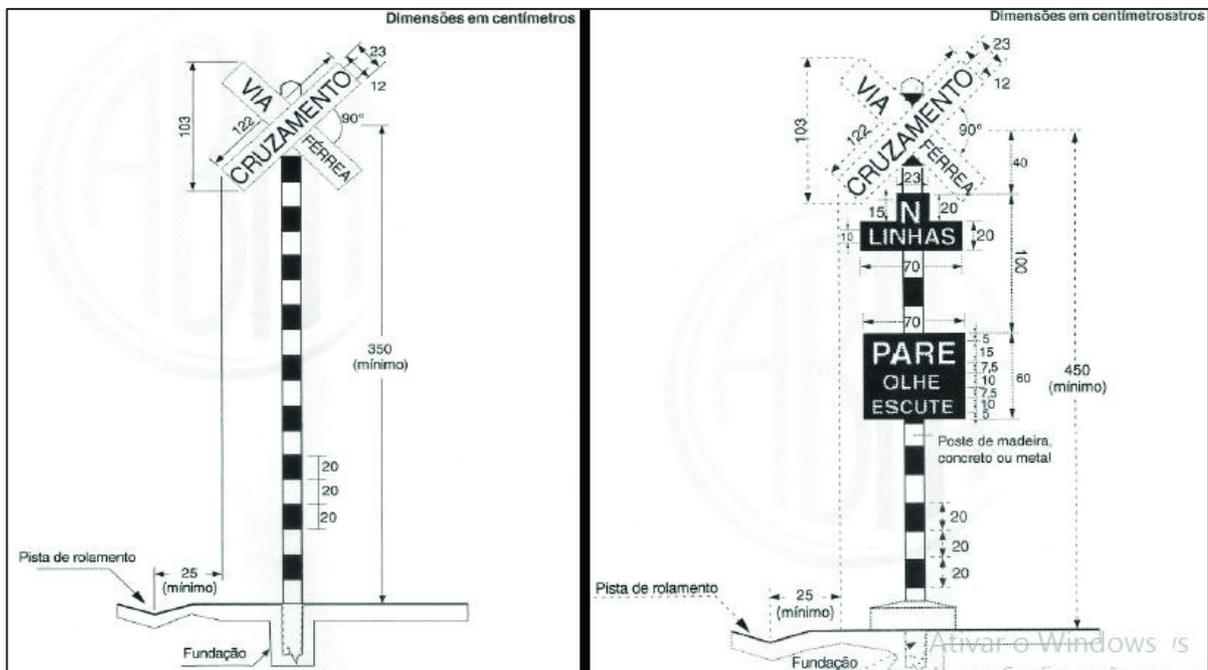
De acordo com a norma da ABNT NBR 15942:2011 - Equipamento de proteção – Classificação e requisito, as proteções da PN podem ser passivas ou ativas.

As passivas são classificadas em:

- a) Tipo 0 (proteção de PN particular);
- b) Tipo 1a (proteção simples);
- c) Tipo 1b (proteção simples com sinalização de advertência).

A figura 9 a seguir ilustra os referidos equipamentos.

Figura 9: Equipamento de proteção tipo0 (esquerda) e tipo 1 (direita)



Fonte: ABNT 15942 (2011)

As proteções ativas com operação manual sem energia elétrica são subdivididas em:

- a) Tipo 2a (balizador manual);
- b) Tipo 2b (cancela manual);
- c) Tipo 2c (balizador manual com advertência);
- d) Tipo 2d (cancela manual com sinalização de advertência).

A figura 10 a seguir ilustra o referido equipamento.

Figura 10: Equipamento de proteção tipo 2



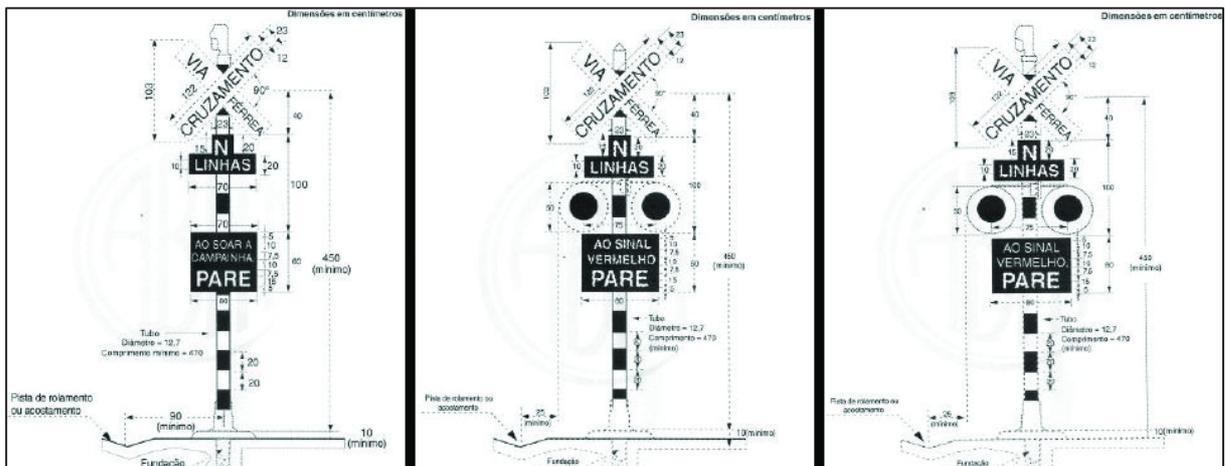
Fonte: ABNT 15942 (2011)

As proteções ativas para operação manual com energia elétrica podem assim ser classificada:

- a) Tipo 3a (campainha com controle manual);
- b) Tipo 3b (sinal luminoso com controle manual);
- c) Tipo 3c (campainha e sinal luminoso com controle manual);
- d) Tipo 3d (campainha e cancela manual);
- e) Tipo 3e (sinal luminoso e cancela manual);
- f) Tipo 3f (campainha, sinal luminoso e cancela manual).

A figura 11 a seguir exibi os referidos equipamentos.

Figura 11: Equipamento de proteção tipo 3a (esquerda), tipo 3b (centro) e tipo 3c (direita)



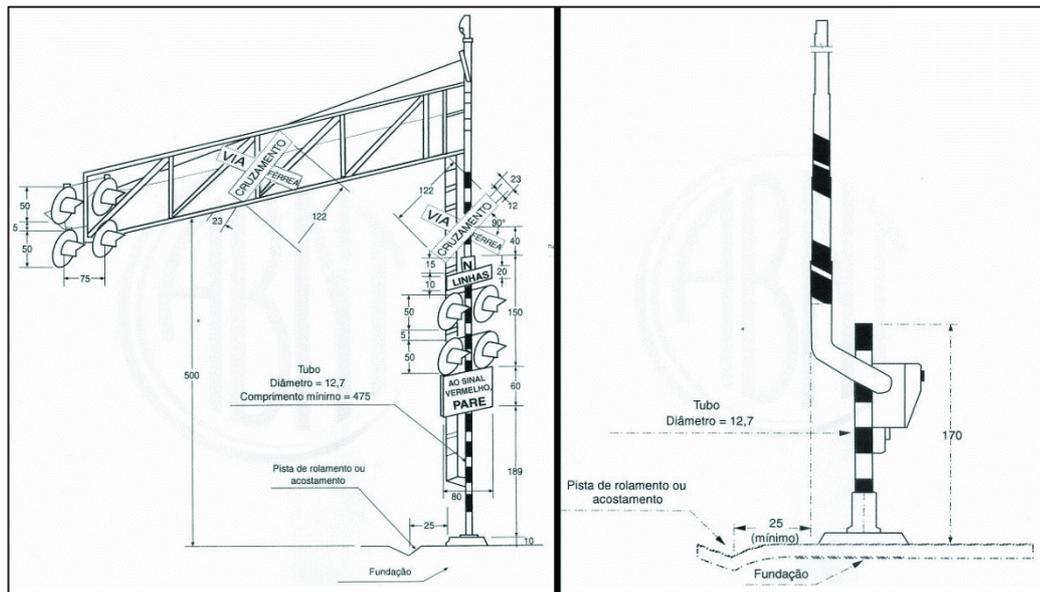
Fonte: ABNT 15942 (2011)

Já para as proteções ativas com operações automáticas são:

- a) Tipo 4 (campainha e sinal luminoso com controle automático);
- b) Tipo 5 (cancela automática).

A figura 12 mostra os equipamentos de proteção tipo 4 e 5 conforme regulamenta a norma ABNT NBR 15942:2011.

Figura 12: Equipamento de proteção tipo 4 (esquerda) e tipo 5 (direita)



Fonte: ABNT 15942 (2011)

4.6 Classificação rodoviária

De acordo com o Código Brasileiro de Transito (2017), Lei 9.503 de 23 de setembro de 97, Art. 60, as vias abertas à circulação, de acordo com sua utilização, classificam-se em:

I - Vias urbanas:

- a) via de trânsito rápido;
- b) via arterial;
- c) via coletora;
- d) via local;

II - Vias rurais:

- a) rodovias;
- b) estradas.

O mesmo código define as vias como:

VIA DE TRÂNSITO RÁPIDO - aquela caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível.

VIA ARTERIAL - aquela caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.

VIA COLETORA - aquela destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade.

VIA LOCAL - aquela caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas.

VIA RURAL - estradas e rodovias

Segundo o Art. 61 A velocidade máxima permitida para via será indicada por meio de sinalização, e § 1º Onde não existir sinalização regulamentadora a velocidade máxima será de:

I - Vias urbanas:

- a) 80 km/h nas vias de trânsito rápido;
- b) 60 km/h nas vias arteriais;
- c) 40 km/h nas vias coletoras;
- d) 30 km/h nas vias locais;

II - Vias rurais:

- a) Rodovias de pista dupla:
 - 110 km/h para automóveis, camionetas e motocicletas
 - 90 km/h para os demais veículos;
- b) Rodovias de pista simples:
 - 100 km/h para automóveis, camionetas e motocicletas
 - 90 km/h para os demais veículos;
- c) 60km/h nas estradas

4.7 Requisito técnico

De acordo com ABNT NBR 15680:2009, as passagens de nível somente são admitidas em trecho para as ambas as vias, uma rampa de até 3% para a via férrea. As vias públicas de acesso às PN devem apresentar pavimento asfáltico e pelo menos 40 metros para cada lado da linha férrea, não permitida a colocação de solo ou outro material sobre o lastro que possa reduzir sua capacidade elástica e drenante. No trecho correspondente à superestrutura de cada via férrea, deve ser aplicado contratrilho conforme segue:

- a) Estender os contratrilhos centrais em no mínimo 50 cm para cada lado da pista de rolamento da via rodoviária, ou dos passeios, quando for o caso;
- b) Manter uma calha de 70 mm \pm 3 mm de largura, por 50 mm \pm 3 mm de profundidade, completamente livre, em relação ao trilho de rolamento;
- c) Distâncias das fiadas de trilho de no máximo 150mm;
- d) Assentar o contratrilho com ou sem placa de apoio;

Quando a PN for pavimentada em concreto asfáltico, placas de concreto dotada de reforço de suas bordas em cantoneiras de aço ou placas de borrachas a ABNT NBR 15680 diz que o contratrilho pode ser dispensado.

As sinalizações de uma travessia devem ser sinalizadas conforme as ABNT NBR 7613:2011, e ABNT NBR 15942:2011, bem como devem atender à legislação de trânsito vigente.

4.8 Fatores de riscos em passagem em nível

É importante a identificação de parâmetros que influenciam na criticidade dos cruzamentos para classificar as PN e priorizando assim as intervenções e adequações de sinalização. A potencialidade de risco em uma passagem de nível está diretamente relacionada com o tipo de rodovia, as condições do pavimento, o volume do tráfego rodoviário, o trânsito de pedestres, a velocidade máxima autorizada na rodovia, a iluminação, o número de linhas, o volume de tráfego ferroviário, o histórico de acidentes e as condições da rampa (CARMO, 2006).

Os defeitos de superfície são os danos ou deteriorações na superfície dos pavimentos asfálticos que podem ser identificados a olho nu e classificados segundo uma terminologia normatizada (DNIT 005/2003-TER-DNIT, 2003). O levantamento dos defeitos de superfície tem por finalidade avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos e embasa o diagnóstico da situação funcional para subsidiar a definição de uma solução tecnicamente adequada e, em caso de necessidade, indicar a melhor ou melhores alternativas de restauração do pavimento (BERNUCCI, L. B.; et al, 2006, p. 413).

A prioridade de uma PN é avaliada pela sua segurança, tanto pelo risco de acidente quanto pelo tráfego de pessoas e sinalização deficiente ou inadequada. Outro ponto importante a ser avaliado é a localização da PN bem como sua interferência no tráfego urbano de veículos (paralisações e interrupções) e se a PN é clandestina ou irregular (LANG, 2007).

Quadro 3: Fatores de risco em passagem de nível

Fatores	Risco
Condição do pavimento	As vias de acesso à passagem em nível necessitam apresentar pavimento asfáltico por pelo menos 40m para cada lado da via férrea, além disso o nível do pavimento deve ser o mesmo da superfície de rolamento dos trilhos e deve permitir o trânsito rodoviário sem derrapagem.
Volume de tráfego rodoviário	O volume de tráfego é o número de veículo que passam por uma seção de uma via, ou de uma determinada faixa, durante uma unidade de tempo.
Trânsito de pedestres	Em algumas áreas a passagem em nível pode estar próxima a áreas comerciais, escolas, residências ou zonas industriais. Quanto mais intenso fluxo, maior a incidência de riscos no cruzamento.
Iluminação	Os cruzamentos devem ser dotados de iluminação diferenciada da existente na via pública local, visando facilitar sua identificação para motoristas e pedestres. A iluminação insuficiente pode resultar em acidentes, principalmente à noite, escondendo os perigos do cruzamento rodoferroviário.
Rampa	A intersecção rodoferroviária deve ser em trecho em nível para ambas as vias, admitindo-se, excepcionalmente, uma rampa de até 3% para a via férrea. Na rodovia, o trecho em nível deve se estender pelo menos pelo comprimento do maior veículo a transitar pela passagem para ambos os lados.
Número de vias férreas	Quanto maior o número de trilhos a serem transpostos, maiores serão os riscos, pois os veículos irão demandar mais tempo para atravessar a passagem em nível.

Fonte: DNIT (2006), CARMO (2006) e HOEL et al. (2012) *apud* FERREIRA (2016)

5 MÉTODOS, DADOS DE ESTUDO E PARÂMETROS

5.1 Métodos

De início, foi feita uma busca por referencial teórico em livros, manuais, normas, artigos e trabalhos científicos que estavam relacionados a este tema, com o objetivo de embasar cientificamente este trabalho.

Após a fase anterior foi realizado a delimitação de objeto de estudo passando pelo critério de inclusão e exclusão de tópicos mencionado acima.

O terceiro passo foi a concretização das visitas técnicas, pesquisa de campo, levantamento das PN considerando os pontos mais críticos com relevância a proposta do trabalho.

Após a coleta de dados primários, a próxima etapa foi a realização de uma metodologia de comparação do levantamento dos dados e as normas vigentes para chegar a uma conclusão tendo como base a fundamentação teórica.

As normas supracitadas que serviu como base para este estudo são:

- ABNT-NBR 15942:2011. Via férrea -Travessia rodoviária - Passagem de nível pública - Equipamento de proteção - Classificação e requisitos,
- ABNT NBR 15680:2009. Via férrea - Travessia rodoviária - Passagem em nível pública - Requisitos de projeto.

5.2 Parâmetros

A inspeção *in loco* de condições físicas das PN compreende aos seguintes indicadores de análise:

- a) Tipo de revestimento: estão enquadrados na avaliação revestimentos do tipo asfalto, concreto, pedra britada e no caso da inexistência, terra.
- b) Condições do revestimento: os critérios avaliados quanto às condições do revestimento: regular e irregular quando apresentar defeitos ocorrentes na superfície dos pavimentos como por exemplo: afundamentos, trincas, ondulação/corrugação, desgaste acentuado, painelas ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento.
- c) Proteção: os critérios conferidos foram a existência ou inexistência de equipamento de proteção instalado ressaltando a identificação de uma passagem de nível à frente.

- d) Iluminação: os critérios para análise da iluminação podem ser regular ou inexistente quando se refere a verificação da presença ou não de poste de iluminação pública nas proximidades do local de cruzamento. Devido à falta de inspeção no período da noite, não foi possível verificar a eficiência da iluminação.
- e) Instalação de contratrilhos: os critérios analisados foram a existência ou inexistência de contratrilhos instalados na PN.
- f) Rampa de aproximação da via: estão enquadrados nesta avaliação a verificação do aclave e declive de ambos os lados do cruzamento considerando a necessidade de parada para ter visibilidade suficiente do controle do veículo no caso de aproximação de um trem. Para a verificação da inclinação da rampa pode ser realizado por meio de régua de alumínio, nível de mão e uma trena, como por exemplo ilustrado na figura 13 a seguir.

Figura13: Exemplo para verificação de inclinação de rampa



Fonte: Ferreira (2016)

- g) Volume de tráfego ferroviário e rodoviário, trânsito de pedestres e histórico de acidentes: não se enquadraram nos parâmetros devido à falta de dados não obtido pelo pesquisador, o histórico de acidentes não foi disponibilizado pela empresa concessionária de ferrovia e os outros não foram obtidos em campo de pesquisa devido ao número elevado número de PN levantada que demandaria muito tempo para serem coletados.

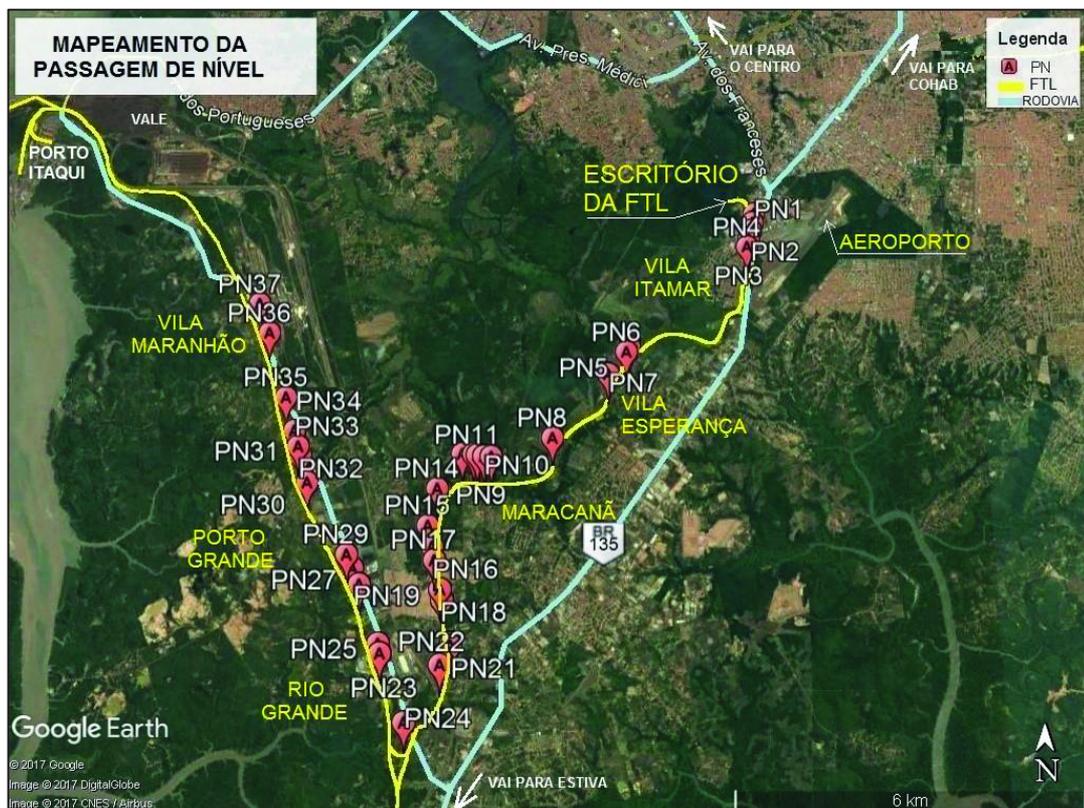
5.3 Dados de estudo

A delimitação do trecho da ferrovia escolhido para o estudo parte da oficina/escritório da FTL localizado às margens da BR-135 no Bairro Tirirical, São Luís -MA, percorre por vários bairros como: Vila Itamar, Maracanã, Rio Grande, Vila Maranhão, Vila Conceição até chegar à estação do Porto do Itaqui, totalizando uma extensão aproximadamente de 29,5 km de via férrea.

Com o auxílio do recurso comercial de um programa computacional elaborado e de acesso para livre visualização e distribuído pela empresa Google, foi possível elaborar o mapeamento das PN.

A ordenação das PN tem caráter interpretativa do autor, visto que não foi disponibilizado a ordem correta pela FTL, então a PN1 (primeira PN catalogada) está locada logo após da entrada do escritório/oficina da FTL no cruzamento da BR135 com via férrea para o acesso ao bairro da Vila Itamar, São Luís-MA e as demais seguem para o sentido do Porto do Itaqui, como ilustrado na figura 14 abaixo.

Figura 14: Mapeamento das PN



Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

O quadro 4 abaixo mostra as coordenadas georreferenciada de cada PN do mapa acima.

Quadro 4: Localização geográfica das PN

PN	LATITUDE	LONGITUDE	PN	LATITUDE	LONGITUDE
PN1	2°35'21.28"S	44°14'39.77"O	PN20	2°39'30.23"S	44°17'38.15"O
PN2	2°35'26.23"S	44°14'41.00"O	PN21	2°39'31.45"S	44°17'38.13"O
PN3	2°35'31.75"S	44°14'42.28"O	PN22	2°39'40.80"S	44°17'42.44"O
PN4	2°35'36.41"S	44°14'43.49"O	PN23	2°39'42.16"S	44°17'43.99"O
PN5	2°36'37.82"S	44°15'55.00"O	PN24	2°40'13.55"S	44°18'3.56"O
PN6	2°36'41.41"S	44°15'56.73"O	PN25	2°39'35.82"S	44°18'17.99"O
PN7	2°36'54.83"S	44°16'7.51"O	PN26	2°39'30.39"S	44°18'19.02"O
PN8	2°37'32.83"S	44°16'40.43"O	PN27	2°38'57.32"S	44°18'30.64"O
PN9	2°37'43.88"S	44°17'16.00"O	PN28	2°38'48.10"S	44°18'34.86"O
PN10	2°37'43.65"S	44°17'20.30"O	PN29	2°38'40.48"S	44°18'38.37"O
PN11	2°37'42.89"S	44°17'24.14"O	PN30	2°37'58.99"S	44°19'2.50"O
PN12	2°37'42.47"S	44°17'26.30"O	PN31	2°37'43.31"S	44°19'6.85"O
PN13	2°37'42.26"S	44°17'32.83"O	PN32	2°37'37.88"S	44°19'8.51"O
PN14	2°38'2.54"S	44°17'47.05"O	PN33	2°37'28.63"S	44°19'11.10"O
PN15	2°38'23.92"S	44°17'52.09"O	PN34	2°37'8.82"S	44°19'16.77"O
PN16	2°38'35.91"S	44°17'49.45"O	PN35	2°36'50.50"S	44°19'22.20"O
PN17	2°38'43.68"S	44°17'48.01"O	PN36	2°36'29.84"S	44°19'28.14"O
PN18	2°39'0.10"S	44°17'44.50"O	PN37	2°36'11.95"S	44°19'34.72"O
PN19	2°39'6.19"S	44°17'43.27"O			

Fonte: O autor (2017)

Para uma melhor visualização o mapeamento das PN foi dividido em 11 trechos, conforme segue abaixo:

As figuras 15 mostra a localização no mapa referente ao trecho 01 das PN1 até a PN4.

Figura 15: Trecho 01 (PN1, PN2, PN3 e PN4)



Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

As figuras 16 e 17 exibem a localização no mapa o trecho 02 e trecho 03 das PN5 até a PN13.

Figura 16: Trecho 02 (PN5, PN6 e PN7)



Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

Figura 17: Trecho 03 (PN8, PN9, PN10, PN11, PN12 e PN13)



Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

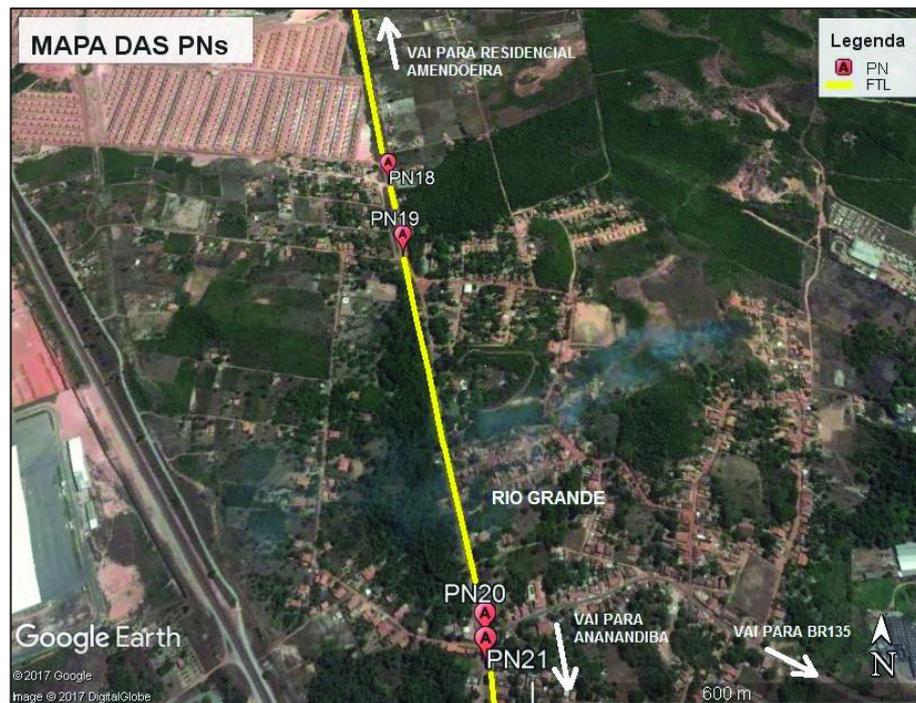
As figuras 18 e 19 mostram a localização no mapa o trecho 04 e trecho 05 das PN14 até a PN21.

Figura 18: Trecho 04 (PN14, PN15, PN16 e PN17)



Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

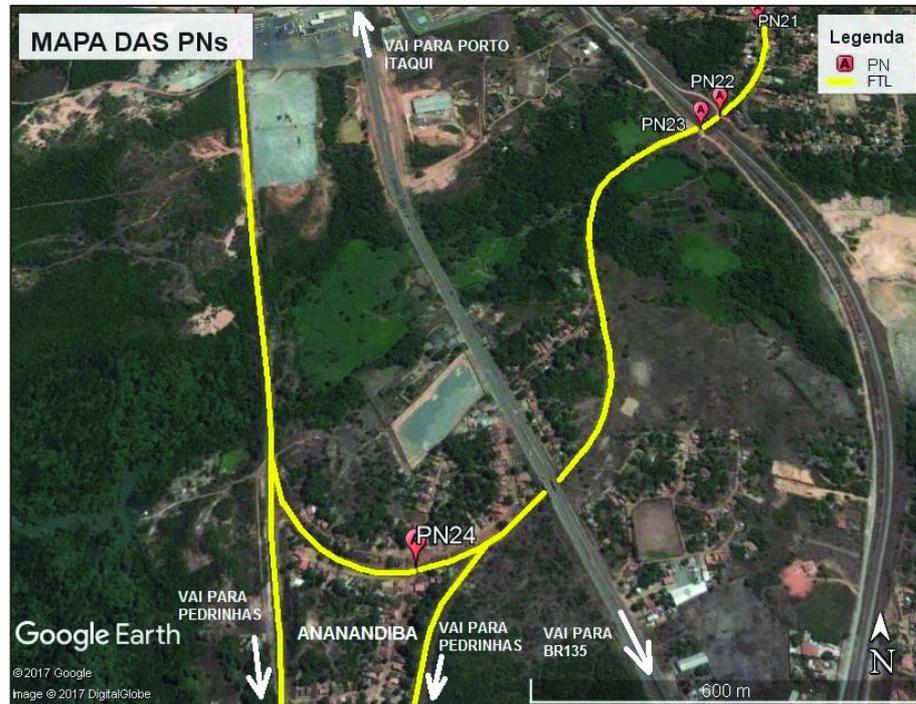
Figura 19: Trecho 05 (PN18, PN19, PN20 e PN21)



Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

As figuras 20 e 21 apresentam a localização no mapa o trecho 6 e trecho 7 das PN 22 até a PN27.

Figura 20: Trecho 06 (PN22, PN23 e PN24)



Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

Figura 21: Trecho 07 (PN25, PN26 e PN27)



Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

As figuras 22 e 23 exibem a localização no mapa o trecho 8 e trecho 9 das PN28 até a PN33.

Figura 22: Trecho 08 (PN28 e PN29)



Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

Figura 23: Trecho 09 (PN30, PN31, PN32 e PN33)



Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

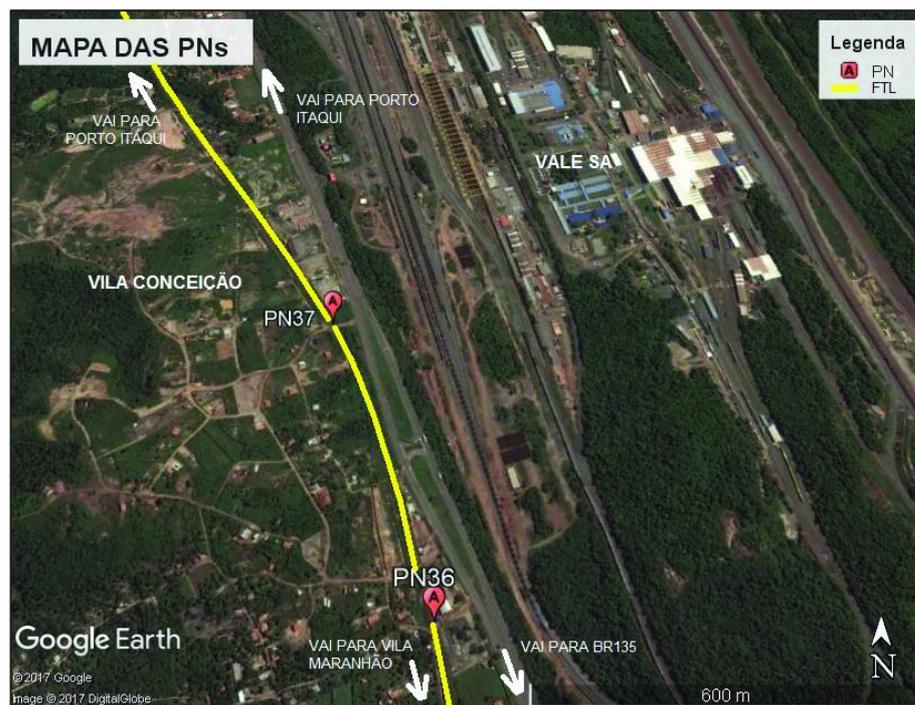
A figura 24 e 25 ilustram a localização no mapa o trecho 10 e trecho 11 as PN34, PN35, PN36 e PN37.

Figura 24: Trecho 10 (PN35)



Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

Figura 25: Trecho 11 (PN36 e PN37)



Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

6 RESULTADOS

A seguir serão apresentadas as análises com suas respectivas figuras para cada Passagem em Nível catalogada.

A PN1 (figura 26) tem boa visibilidade, é um cruzamento que interliga a Rodovia BR135 e o Bairro da Vila Itamar, São Luís-MA. A tabela 2 resume a análise da mesma.

Tabela 2: Avaliação da PN1

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Asfalto
Condição do pavimento	Regular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Existente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 26: Imagem da PN1



Fonte: O autor (2017)

A PN2 (figura 27) localizada no cruzamento para o acesso à loja comercial de automóveis (Mardisa) e a via férrea, é a uma PN dentro dos parâmetros de projeto e sinalização. A tabela 3 mostra a análise da mesma.

Tabela 3: Avaliação da PN2

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Abaixo de 3%
Tipo de revestimento	Concreto
Condição do pavimento	Regular
Iluminação	Regular
Instalação de contratrilho	Existente
Proteção	Tipo 1a

Fonte: o autor (2017)

Figura 27: Imagem da PN2



Fonte: O autor (2017)

A PN3 (figura 28) também tem boa visibilidade, é um cruzamento que interliga a rodovia BR135 e o Bairro da Vila Itamar, São Luís-MA. Ela apresenta seu revestimento deteriorado em um dos lados da via férrea. A tabela 4 mostra o resumo da análise da mesma.

Tabela 4: Avaliação da PN3

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Asfalto
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Regular
Instalação de contratrilho	Existente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 28: Imagem da PN3



Fonte: O autor (2017)

A PN4 (figura 29) apresenta boa visibilidade, é um cruzamento que interliga a rodovia BR135 e o Bairro da Vila Itamar pelo acesso principal do bairro. A tabela 5 resume a análise da mesma.

Tabela 5: Avaliação da PN4

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Asfalto
Condição do pavimento	Regular
Iluminação	Regular
Instalação de contratrilho	Existente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 29: Imagem da PN4



Fonte: O autor (2017)

A PN5 (figura 30) fica localizada no cruzamento da Av. dos Curiós e a via férrea, Bairro Vila Esperança, São Luís-MA, apresenta um revestimento asfáltico muito deteriorado deixando com presença de panelas. A tabela 6 exibe a análise da travessia.

Tabela 6: Avaliação da PN5

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Abaixo de 3%
Tipo de revestimento	Asfalto
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Existente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 30: Imagem da PN5



Fonte: O autor (2017)

A PN6 (figura 31) faz cruzamento para uma via com poucas residências, é considerada fora da norma, pois não apresenta revestimento adequado e nem equipamento de proteção, a iluminação é inexistente e falta contratrilha em sua composição. A tabela 7 sintetiza a análise da mesma.

Tabela 7: Avaliação da PN6

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilha	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 31: Imagem da PN6



Fonte: O autor (2017)

A PN7 (figura 32) tem boa visibilidade e uma inclinação de rampa adequada, apresenta equipamento de proteção tipo 1a, mas não apresenta revestimento asfáltico e nem contratrilho, o seu revestimento é de terra, sem poste de iluminação pública. A tabela 8 ilustra a análise da mesma.

Tabela 8: Avaliação da PN7

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Abaixo de 3%
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 32: Vista da PN7



Fonte: O autor (2017)

A PN8 (figura 33) é tipicamente interpretada com uma travessia irregular, ela dá acesso a uma rua com poucas residências, difícil acesso de transposição devido a areia fofa. A PN8 é considerada fora da norma, pois não apresenta revestimento adequado e nem equipamento de proteção, a iluminação é inexistente e falta contratrilha em sua composição. A tabela 9 exibe a análise da mesma.

Tabela 9: Avaliação da PN8

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilha	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 33: Imagem da PN8



Fonte: O autor (2017)

A PN9 (figura 34) localizada no cruzamento da via férrea com a avenida principal do Maracanã, é a uma PN dentro dos parâmetros de projeto e sinalização. A tabela 10 ilustra a análise da mesma.

Tabela 10: Avaliação da PN9

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Abaixo de 3%
Tipo de revestimento	Asfalto
Condição do pavimento	Regular
Iluminação	Regular
Instalação de contratrilho	Existente
Proteção	Tipo 1a

Fonte: o autor (2017)

Figura 34: Imagem da PN9



Fonte: O autor (2017)

A PN10 (figura 35) fica localizada no Bairro do Maracanã, a linha férrea cruza com uma via que dá acesso ao posto de saúde do bairro. A tabela 11 resume a análise da travessia.

Tabela 11: Avaliação da PN10

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Pedra britada
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Regular
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 35: Imagem da PN10



Fonte: O autor (2017)

A PN11 (figura 36) também fica localizada no Bairro do Maracanã, a linha singela cruza com uma via que dá acesso a uma escola municipal. A tabela 12 mostra o resumo da análise da travessia.

Tabela 12: Avaliação da PN11

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Regular
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 36: Imagem da PN11



Fonte: O autor (2017)

A PN12 (figura 37), é uma travessia em estado crítico, com indicadores fora das recomendações normativas, revestimento em péssimas condições, com presença de água empoçada em um dos lados da via, justificando falta de drenagem correta. A tabela 13 ilustra a análise da mesma.

Tabela 13: Avaliação da PN12

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Não conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Regular
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 37: Vista da PN12



Fonte: O autor (2017)

A PN13 (figura 38) tem boa visibilidade, porém seu revestimento asfáltico apresenta defeitos com presença de placas em um dos lados da linha férrea e afundamento da rampa de aproximação. A tabela 14 resume a análise da travessia.

Tabela 14: Avaliação da PN13

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Não conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Existente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 38: Imagem da PN13



Fonte: O autor (2017)

A PN14 (figura 39) tem boa visibilidade, porém falta equipamento de drenagem próximo da rampa, o revestimento apresenta afundamento em um dos lados da via férrea, a terra do revestimento já contaminou o lastro perdendo sua característica drenante. A tabela 15 sintetiza a análise do cruzamento.

Tabela 15: Avaliação da PN14

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Não conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 39: Imagem da PN14



Fonte: O autor (2017)

A PN15 (figura 40) tem boa visibilidade e uma inclinação de rampa adequada, é considerada fora uma passagem em nível irregular, pois não apresenta revestimento adequado, não existe equipamento de proteção, carente de iluminação pública, falta contratrilho em sua composição. A tabela 16 sintetiza a análise do cruzamento.

Tabela 16: Avaliação da PN15

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 40: Imagem da PN15



Fonte: O autor (2017)

A PN16 (figura 41) tem boa visibilidade e uma inclinação de rampa adequada, constitui equipamento de proteção tipo 1a, exibe um afundamento acentuado no eixo da linha férrea que pode estar relacionado à ausência de contratrilho na sua composição e não apresenta poste de iluminação pública nas proximidades da via. A tabela 17 resume a análise da travessia.

Tabela 17: Avaliação da PN16

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Asfalto
Condição do pavimento	Regular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 41: Imagem da PN16



Fonte: O autor (2017)

A PN17 (figura 42) tem boa visibilidade a linha singela cruza com uma via que dá acesso ao condomínio Residencial Amendoeira II, possui uma inclinação de rampa não adequada em um dos lados da via férrea, não existe nenhum equipamento de proteção, ausência de contratrilho na sua composição e não apresenta poste de iluminação pública nas proximidades da travessia. A tabela 18 sintetiza a análise do cruzamento

Tabela 18: Avaliação da PN17

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Não conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 42: Imagem da PN17



Fonte: O autor (2017)

A PN18 (figura 43) faz cruzamento com uma estrada com poucas residências, é considerada fora da norma, pois não apresenta revestimento adequado, não existe equipamento de proteção, desprovida de iluminação pública e falta contratrilho em sua composição. A tabela 19 exibe a análise da travessia.

Tabela 19: Avaliação da PN18

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 43: Imagem da PN18



Fonte: O autor (2017)

A PN19 (figura 44) faz cruzamento com uma estrada com acesso ao Bairro Rio Grande, é considerada irregular ou clandestina, pois não se enquadra dentro das normas, a travessia não apresenta revestimento adequado e nem equipamento de proteção, carente de iluminação pública e falta contratrilha em sua composição. A tabela 20 resume a análise da travessia.

Tabela 20: Avaliação da PN19

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilha	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 44: Imagem da PN19



Fonte: O autor (2017)

A PN20 (figura 45) também fica localizada no Bairro Rio Grande, a linha singela cruza com uma rua com várias residências. A tabela 21 ilustra o resumo da análise do cruzamento.

Tabela 21: Avaliação da PN20

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Regular
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 45: Imagem da PN20



Fonte: O autor (2017)

A PN21 (figura 46) faz cruzamento com uma via paralela a Rua da Vitória do Bairro Rio Grande, dá acesso a poucas residências, essa passagem em nível é considerada irregular ou clandestina, pois não se enquadra dentro das normas, a travessia não apresenta revestimento adequado e nem equipamento de proteção, desprovida de iluminação pública e falta contratrilho em sua composição. A tabela 22 resume a análise da travessia.

Tabela 22: Avaliação da PN21

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 46: Imagem da PN21



Fonte: O autor (2017)

A PN22 (figura 47) faz cruzamento com uma estrada com poucas residências, é considerada fora da norma, pois não apresenta revestimento adequado, não existe equipamento de proteção, carente de iluminação pública nas proximidades da travessia e falta contratrilho em sua composição. A tabela 23 ilustra a análise da mesma.

Tabela 23: Avaliação da PN22

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Regular
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 47: Imagem da PN22



Fonte: O autor (2017)

A PN23 (figura 48) faz cruzamento com uma estrada com pouquíssimas residências, essa passagem em nível é considerada irregular ou clandestina, pois não se enquadra dentro das normas, a travessia não apresenta revestimento adequado e nem equipamento de proteção, não existe de iluminação pública e falta contratrilho em sua composição. A tabela 24 resume a análise da travessia.

Tabela 24: Avaliação da PN23

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 48: Imagem da PN23



Fonte: O autor (2017)

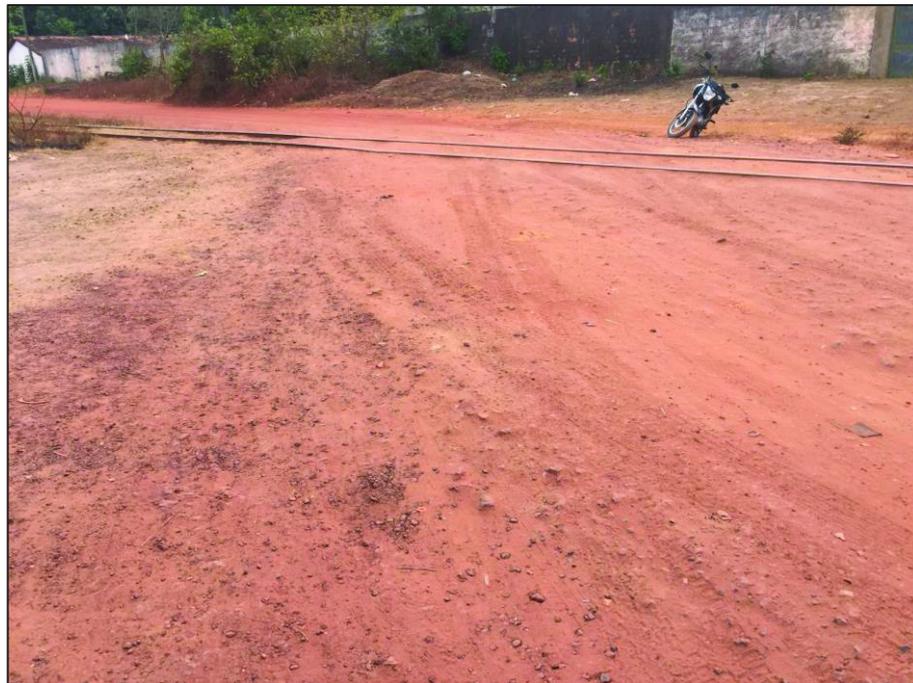
A PN24 (figura 49) faz cruzamento com uma estrada com acesso ao Bairro Ananandiba, é considerada uma passagem de nível irregular, pois não apresenta revestimento adequado, não existe equipamento de proteção, desprovida de iluminação pública e falta contratrilha em sua composição. A tabela 25 exibe a análise da travessia.

Tabela 25: Avaliação da PN24

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilha	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 49: Imagem da PN24



Fonte: O autor (2017)

A PN25 (figura 50) faz cruzamento com uma estrada com poucas residências, essa passagem em nível é considerada irregular ou clandestina, pois não se enquadra dentro das normas, a travessia não apresenta revestimento adequado e nem equipamento de proteção, carente de iluminação pública e falta contratrilha em sua composição. A tabela 26 ilustra a análise da mesma.

Tabela 26: Avaliação da PN25

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilha	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 50: Imagem da PN25



Fonte: O autor (2017)

A PN26 (figura 51) localizada no cruzamento do acesso a uma indústria de cimento e a via férrea, é a uma passagem em nível dentro dos parâmetros de projeto. A tabela 27 mostra a análise da mesma.

Tabela 27: Avaliação da PN26

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Abaixo de 3%
Tipo de revestimento	Concreto
Condição do pavimento	Regular
Iluminação	Regular
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Tipo 1a

Fonte: o autor, 2017

Figura 51: Vista da PN26



Fonte: O autor (2017)

A PN27 (figura 52) apresenta boa visibilidade, é um cruzamento que dá acesso a indústria de reciclagem de resíduos. A tabela 28 resume a análise da mesma.

Tabela 28: Avaliação da PN27

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Asfalto
Condição do pavimento	Regular
Iluminação	Regular
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 52: Imagem da PN27



Fonte: O autor (2017)

A PN28 (figura 53) é tipicamente interpretada com uma travessia irregular, ela dá acesso a uma rua com poucas residências. A PN28 é considerada fora da norma, pois não apresenta revestimento adequado e nem equipamento de proteção, inclinação de rampa acentuada, não existe de iluminação pública e falta contratrilho em sua composição. A tabela 29 sintetiza a análise do cruzamento.

Tabela 29: Avaliação da PN28

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Não conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fonte: o autor (2017)

Figura 53: vista da PN28



Fonte: O autor (2017)

A PN29 (figura 54) apresenta uma inclinação de rampa acentuada, constitui equipamento de proteção tipo 1a com característica de vandalismo, revestimento asfáltico, porém sem a presença de contratrilho, iluminação inexistente. A tabela 30 resume a análise da mesma.

Tabela 30: Avaliação da PN29

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Não conforme
Tipo de revestimento	Asfalto
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 54: Vista da PN29



Fonte: O autor (2017)

A PN30 (figura 55) apresenta um revestimento asfáltico deteriorado com surgimento de painelas em ambos os lados do cruzamento. A tabela 31 resume a análise da mesma.

Tabela 31: Avaliação da PN30

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Não conforme
Tipo de revestimento	Asfalto
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Existente
Proteção	Tipo 1a

Fone: o autor (2017)

Figura 55: Imagem da PN30



Fonte: O autor (2017)

A PN31 (figura 56) faz cruzamento com uma via que dá acesso ao Bairro Rio Grande, apresenta um revestimento asfáltico deteriorado e surgimento de panelas em ambos os lados do cruzamento e falta contratrilho em sua composição. A tabela 32 resume a análise da travessia.

Tabela 32: Avaliação da PN31

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Não conforme
Tipo de revestimento	Asfalto
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Regular
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 56: Imagem da PN31



Fonte: O autor (2017)

A PN32 (figura 57) faz cruzamento com uma via que dá acesso à Vila Maranhão, São Luís-MA, com bastante residências nas mediações, apresenta um revestimento asfáltico deteriorado e surgimento de panelas em um dos lados do cruzamento e falta contratrilha em sua composição. A tabela 33 resume a análise da travessia.

Tabela 33: Avaliação da PN32

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Asfalto
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilha	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 57: Imagem da PN32



Fonte: O autor (2017)

A PN33 (figura 58) faz cruzamento com uma via com muitas residências, essa passagem em nível é considerada irregular, pois não se enquadra dentro das normas, a travessia apresenta revestimento deteriorado em um dos lados e do outro lado o revestimento está inadequado, desprovida de iluminação pública e falta contratrilho em sua composição e equipamento de proteção. A tabela 34 exibe a análise da mesma.

Tabela 34: Avaliação da PN33

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 58: Imagem da PN33



Fonte: O autor (2017)

A PN34 (figura 59) faz cruzamento com uma via de acesso para Praia do Cajueiro, essa passagem em nível também é considerada irregular, pois não se enquadra dentro das normas, a travessia apresenta revestimento deteriorado em um dos lados e do outro lado revestimento em terra, a travessia não tem iluminação pública e falta contratrilho em sua composição e equipamento de proteção. A tabela 35 exhibe a análise da mesma.

Tabela 35: Avaliação da PN34

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 59: Imagem da PN34



Fonte: O autor (2017)

A PN35 (figura 60) faz cruzamento com uma estrada com poucas residências, é considerada fora da norma, pois não apresenta revestimento adequado, não existe equipamento de proteção, desprovida de iluminação pública e falta contratrilho em sua composição. A tabela 36 ilustra a análise da mesma.

Tabela 36: Avaliação da PN35

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilho	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 60: Imagem da PN35



Fonte: O autor (2017)

A PN36 (figura 61) faz cruzamento com uma via de acesso para o Bairro Vila Conceição, São Luís-MA, é considerada irregular ou clandestina, pois não se enquadra dentro das normas, a travessia não apresenta revestimento adequado e nem equipamento de proteção, sem iluminação pública e falta contratrilha em sua composição. A tabela 37 exhibe a análise da mesma.

Tabela 37: Avaliação da PN36

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilha	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 61: Imagem da PN36



Fonte: O autor (2017)

A PN37 (figura 62) faz cruzamento com uma via de acesso também para o Bairro Vila Conceição, com poucas residências, essa passagem em nível é considerada irregular, pois não se enquadra dentro das normas, a travessia não apresenta revestimento adequado e nem equipamento de proteção, não existe iluminação pública direcionada a travessia e falta contratrilha em sua composição. A tabela 38 mostra o resumo da mesma.

Tabela 38: Avaliação da PN37

Característica da travessia	Valor
Rampa de aproximação	Conforme
Tipo de revestimento	Terra
Condição do pavimento	Irregular
Iluminação	Inexistente
Instalação de contratrilha	Inexistente
Proteção	Inexistente

Fone: o autor (2017)

Figura 62: Imagem da PN37



Fonte: O autor (2017)

No quadro 5 abaixo, são apresentados os resultados dos levantamentos realizados para as Passagens em Nível referente as análises do mês de novembro de 2017.

Quadro 5: Resultado do levantamento de campo.

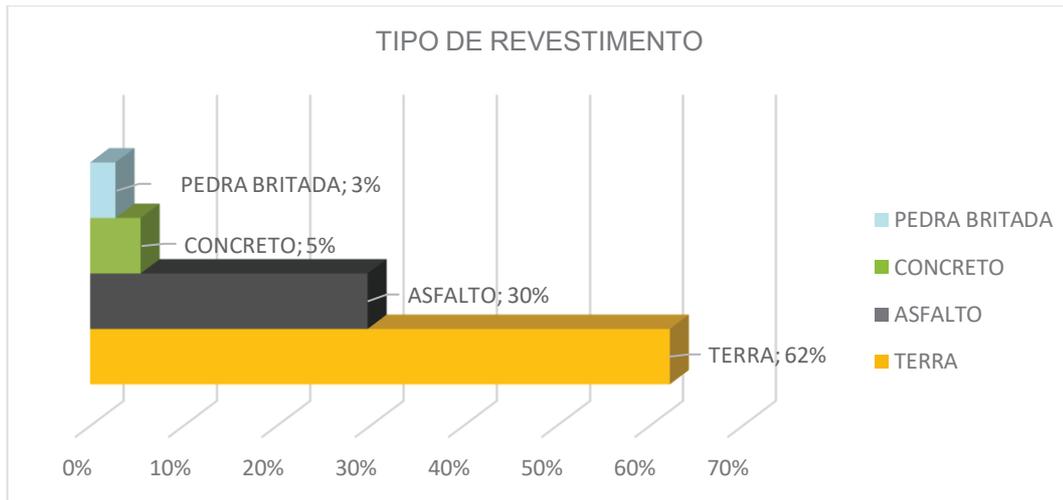
PN	REVESTIMENTO	CONDIÇÃO DO REVESTIMENTO	CONTRA TRILHO	PROTEÇÃO	RAMPA	ILUMINAÇÃO	Nº V. FÉRREA	TIPO DE VIA	Nº DE FAIXA
PN1	asfalto	regular	existente	tipo 1a	conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN2	concreto	regular	existente	tipo 1a	conforme	regular	via simples	local	duas
PN3	asfalto	irregular	existente	tipo 1a	conforme	regular	via simples	coletora	duas
PN4	asfalto	regular	existente	tipo 1a	conforme	regular	via simples	coletora	duas
PN5	asfalto	irregular	existente	tipo 1a	conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN6	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	estrada	uma
PN7	terra	irregular	inexistente	tipo 1a	conforme	inexistente	via simples	estrada	duas
PN8	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	estrada	uma
PN9	asfalto	regular	existente	tipo 1a	conforme	regular	via simples	estrada	duas
PN10	pedra britada	irregular	inexistente	tipo 1a	conforme	regular	via simples	coletora	duas
PN11	terra	irregular	inexistente	tipo 1a	conforme	regular	via simples	coletora	duas
PN12	terra	irregular	inexistente	tipo 1a	não conforme	regular	via simples	coletora	uma
PN13	terra	irregular	existente	tipo 1a	não conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN14	terra	irregular	inexistente	tipo 1a	não conforme	inexistente	via simples	estrada	duas
PN15	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	estrada	duas
PN16	asfalto	regular	inexistente	tipo 1a	conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN17	terra	irregular	inexistente	inexistente	não conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN18	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	estrada	duas
PN19	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	estrada	duas
PN20	terra	irregular	inexistente	tipo 1a	conforme	regular	via simples	coletora	duas
PN21	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN22	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	regular	via simples	coletora	duas
PN23	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN24	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN25	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN26	concreto	regular	inexistente	tipo 1a	conforme	regular	via simples	local	duas
PN27	asfalto	regular	inexistente	tipo 1a	conforme	regular	via simples	local	duas
PN28	terra	irregular	inexistente	inexistente	não conforme	inexistente	via simples	coletora	uma
PN29	asfalto	irregular	inexistente	tipo 1a	não conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN30	asfalto	irregular	existente	tipo 1a	não conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN31	asfalto	irregular	inexistente	inexistente	não conforme	regular	via simples	coletora	duas
PN32	asfalto	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN33	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN34	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN35	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN36	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	coletora	duas
PN37	terra	irregular	inexistente	inexistente	conforme	inexistente	via simples	coletora	duas

Fonte: O autor (2017)

O resultado da pesquisa revelou que das 37 PN analisadas 17 cruzamentos apresentam níveis mais críticos, conforme os critérios estabelecidos pelas normas da ABNT, portanto enquadram-se como PN irregular ou clandestina, ou seja, cruzamentos que ainda não foram regularizados junto a concessionária, das quais se faz necessária a intervenção para aumentar o nível de segurança da travessia.

Analisando os resultados obtido pelo quadro anterior, pode-se verificar que a maioria (62%) das travessias não têm revestimento e estão em condições natural (terra), ou seja, estão inadequadas quanto a este parâmetro. O gráfico 1 representa o resultado do levantamento do tipo de revestimento das PN.

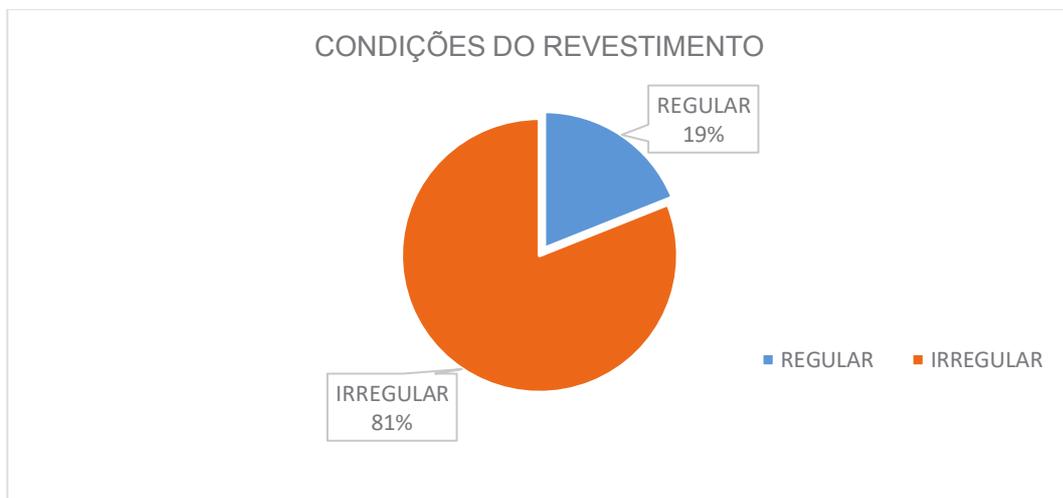
Gráfico 1: Levantamento do tipo de revestimento das PN



Fonte: O autor (2017)

O resultado quanto as condições do revestimento (concreto, asfalto, pedra britada) são interpretadas pelo gráfico 2 e neste, mostra que 81% estão irregulares apresentando defeito em seu revestimento e 19% estão regulares com bom estado de conservação.

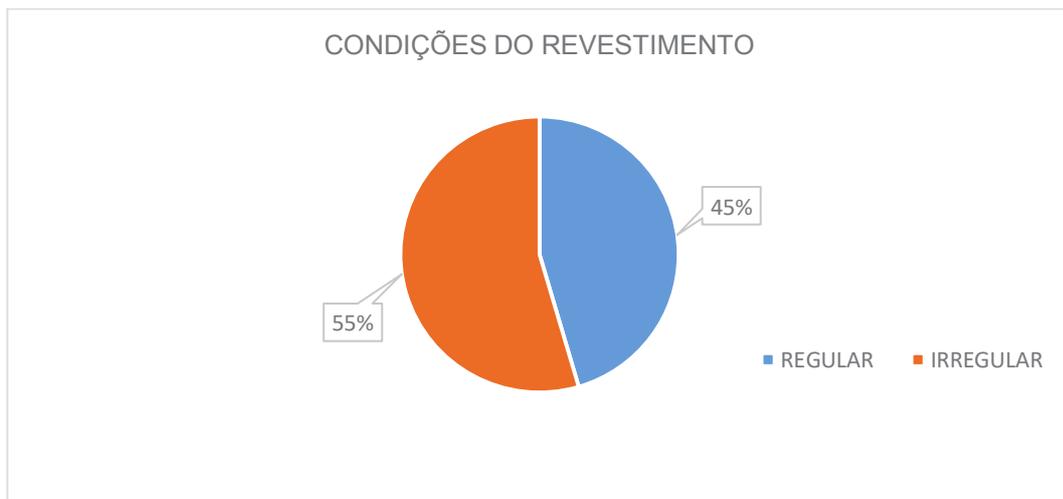
Gráfico 2: Levantamento da condição do revestimento das PN



Fonte: O autor (2017)

Por outro lado, analisando apenas as PN com revestimento asfáltico, o resultado apresenta que 55% das PN apresentam o revestimento asfáltico em condições irregulares apresentando diversos defeitos como: afundamentos, desgaste acentuado, ondulação, corrugação, trincas, panelas ou buracos e o restante em bom estado, como mostra o gráfico 3.

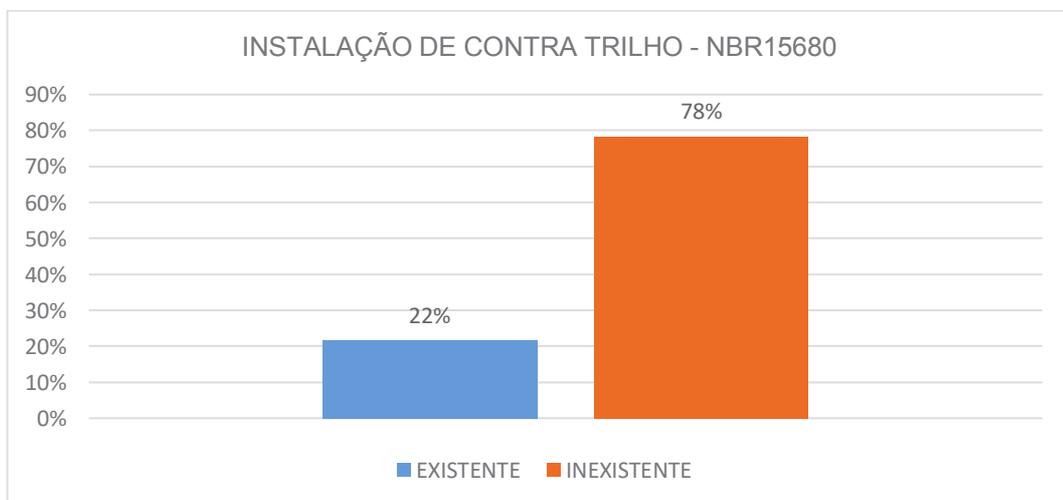
Gráfico 3: Levantamento da condição do revestimento asfáltico das PN



Fonte: O autor (2017)

Outro parâmetro analisado é quanto a instalação de contratrilho e neste indicador foi possível verificar que 78% das PN não apresentam contratrilho em sua composição, como mostrado no gráfico 4.

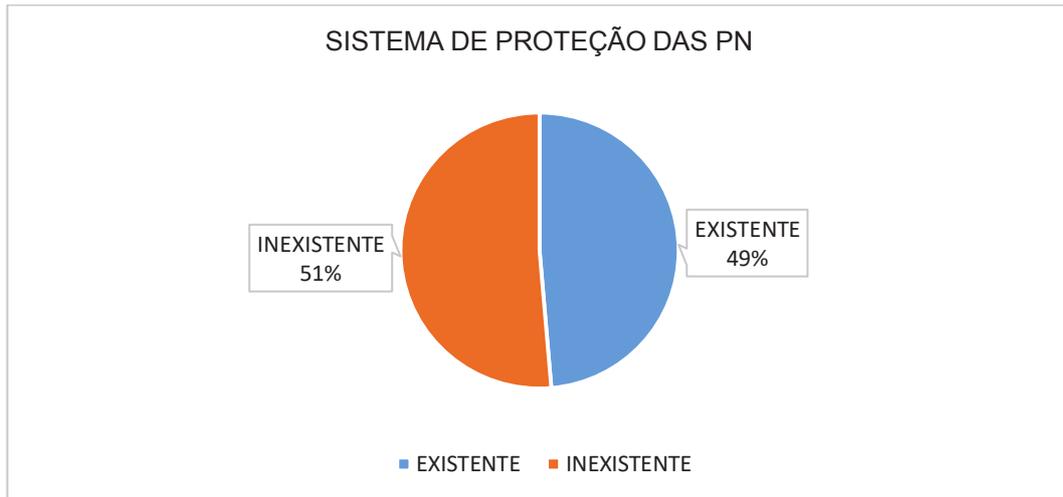
Gráfico 4: Porcentagem de instalação de contratrilho nas PN



Fonte: O autor (2017)

O levantamento mostra que 51% das PN não têm o equipamento de proteção/sinalização, fator que contribui ainda mais para elevar o risco de acidente neste local, o restante possui apenas equipamento de proteção tipo 1a. O gráfico 5 mostra o resumo das PN com equipamento de proteção instalado.

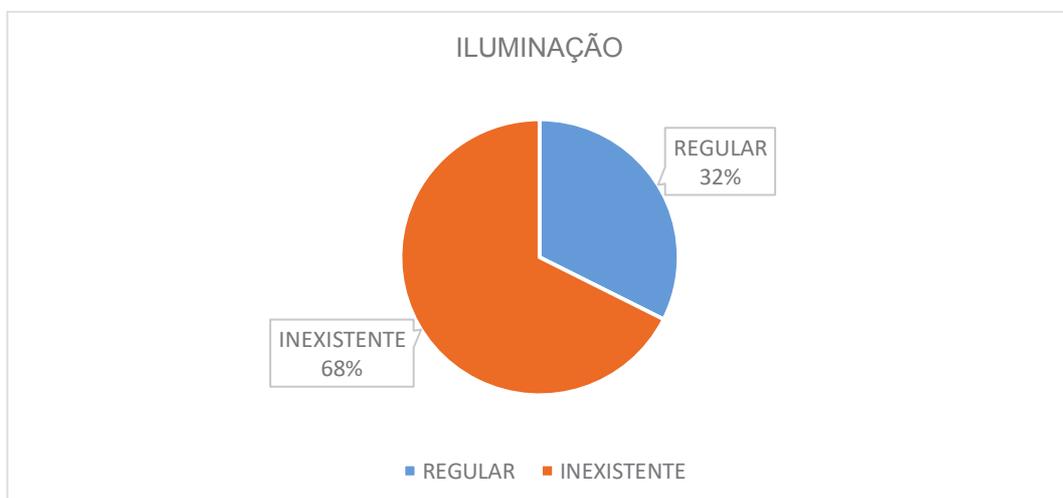
Gráfico 5: Porcentagem das PN com proteção.



Fonte: O autor (2017)

Outro aspecto relevante é referente a iluminação do local das PN, após a análise verificou-se que 68% estão com iluminação irregular, sem ao menos um poste de iluminação pública na proximidade da travessia e 32% com iluminação regular, como mencionado na metodologia não foi possível verificar a eficiência da iluminação no período noturno.

Gráfico 6: Levantamento da Iluminação das PN



Fonte: O autor (2017)

7 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

7.1 Conclusão

A FTL atravessa oito estados e várias cidades do nordeste do Brasil, contabiliza inúmeras travessias clandestinas que podem elevar o número de acidentes em cruzamento, este tipo de ocorrência traz insatisfação aos envolvidos, prejuízos para sociedade e para empresa, além de desprestigiar a imagem da ferrovia perante a comunidade.

A pesquisa revelou a partir da tabela de dados que todos os cruzamentos rodoferroviários estão sobre uma via singela da FTL. A maioria das interseções da via férrea com a rodovia dão acesso para vias coletoras e apenas quatro travessias são realizadas em vias locais, que são vias de acesso para loja (PN2), indústrias (PN26 e PN27) ou acesso restrito (PN0).

No intuito de reduzir o índice de acidente e aumentar o nível de segurança para os usuários dos cruzamentos rodoferroviários, é imprescindível realizar melhorias físicas na área das passagens em nível como por exemplo a sinalização, onde um pouco mais da metade das PN (51%) não apresentam nenhum tipo de equipamento de proteção, também se faz necessário a instalação da sinalização correta obedecendo as normas da NBR 15942, NBR 7613 e a lei de trânsito brasileiro vigente.

Neste trabalho foi possível perceber que grande número das PN (68%) tem carência de iluminação, esse fator pode prejudicar as condições de segurança de um cruzamento, pois a ausência de iluminação pode proporcionar diminuição da visibilidade e esta circunstância pode fazer com que a sinalização existente no local não seja percebida, escondendo os riscos existentes e as condições de perigo dos cruzamentos. Em áreas com essa carência, recomenda-se a instalação de postes de iluminação pública nas proximidades das PN para melhorar a condição de visibilidade da mesma.

Observou-se na pesquisa que as condições de revestimento da maioria dos cruzamentos (81%) se encontram irregulares, apresentando algum defeito como desgaste acentuado, trincas, afundamentos, ondulações, corrugações, panelas. As pavimentações das passagens de nível pública devem ser conservadas no melhor estado de manutenção possível para facilitar o deslocamento dos veículos rodoviários,

pois um pavimento em estado de conservação física inadequado pode provocar redução de velocidade nos veículos e até paradas indevidas sobre a via férrea.

Dentre os resultados, as PN que se deparam sem o contratrilho em sua composição (78%), recomenda-se a instalação do mesmo para que, além de ajudar na rigidez na via, facilite a travessia de veículos e evite, por exemplo, que qualquer condutor danifique a roda do automóvel ao trilho e permaneça preso sobre o mesmo.

A relevância deste trabalho implica na identificação de problemas encontrados em determinadas passagens de nível e algumas recomendações de solução dos mesmos, com a finalidade de minimizar acidentes ou outros prejuízos. Sendo assim, a melhorias das PN irregulares não beneficiará somente a concessionária, mas contribuirá para qualidade do direito de ir e vir da comunidade.

7.2 Recomendações

O estudo forneceu um conjunto de dados sobre as características das PN, portanto recomenda-se refinar este banco de dados buscando outros parâmetros como histórico de acidente, volume de tráfego de veículos e pedestre.

REFERÊNCIAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15942**: Via férrea — Travessia rodoviária — Passagem de nível pública — Equipamento de proteção — Classificação e requisitos. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 15680**: Via férrea - Travessia rodoviária - Passagem em nível pública - Requisitos de projeto. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 7613**: Via férrea – Travessia rodoviária – Momento de circulação, grau de importância e índice de criticidade. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 7590**: Trilho Vignole - Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

AGUIAR, Lucas de Toledo. **Inspeção de via permanente: um fator determinante no processo de direcionamento da manutenção ferroviária**. (Graduação em Engenharia de produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2011.

ALVES, Gleicy Karen Abdon. **Os dormentes ferroviários, seu tratamento e o meio ambiente**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Instituto Militar de Engenharia-IME. 2009.

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres (2017). **Concessões**. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/ferrovias/Concessoes_Ferrovias.html> Acesso em 02 jul. 2017.

BALLOU, R. H., **Logística Empresarial Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física**. São Paulo: 24. Ed. Atlas, São Paulo, 2011.

BERNUCCI, L. B., MOTTA, L.M.G., CERATTI, J.A.P., SOARES, J.B. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2006. p. 413.

BORGES, B. G. **Dossiê Ferrovias**. Revista UFG. Dezembro, 2011. Ano XIII nº11. Disponível em: <https://www.proec.ufg.br/up/694/o/11_index.html>. Acesso em 16 nov. 2017.

BRASIL. Ministério das Cidades. Conselho Nacional de Trânsito. Departamento Nacional de Trânsito. **Código de Trânsito Brasileiro**. Brasília: DENATRAN, 2017.

BRASIL. Ministério dos transportes, portos e aviação civil. **Transporte ferroviário**. Brasília. 2017. Disponível em <<http://www.transportes.gov.br/transporte-ferroviario-relevancia.html>> Acesso em 02 jul. 2017.

BRINA, H. L. **Estradas de ferro. v.1 – Via permanente**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 1979.

CAMPOS NETO, C. B., Pêgo Filho, A. Romminger, E. A., Ferreira, I. M. e Vasconcelos, L. F. S. **Gargalos e demandas da infraestrutura ferroviária e os**

investimentos do PAC: mapeamento IPEA de obras ferroviárias. Rio de Janeiro, p. 8. 2010.

CARMO, R. C. **Procedimento para avaliação de passagens de nível.** Monografia (Especialização) - Curso de Transporte Ferroviário, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro. 2006.

CASTRO, N R. Estrutura, desempenho e perspectivas do transporte ferroviário de carga. Pesquisa e Planejamento Econômico. 2002. In:_____. AGUIAR, Lucas de Toledo. **Inspeção de via permanente: um fator determinante no processo de direcionamento da manutenção ferroviária.** (Graduação em Engenharia de produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2011.

CNT – Confederação Nacional de Transporte: **Principais entraves e soluções ao sistema ferroviário brasileiro.** Brasília, 2015.

_____. **CNT: O sistema ferroviário brasileiro.** Brasília, 2013.

DNIT — DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 005-TER: defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos: terminologia.** Rio de Janeiro, 2003.

_____. **DNIT. Diretiva de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de estudos de tráfego.** Rio de Janeiro, 2006. 384p.

_____. **DNIT. Ferrovias: Histórico.** Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/ferrovias/historico>> Acesso em: 02 jul. 2017.

DUVAL, Ernani; MAGALHÃES, Paulo C. Barroso, 2006. Programa para capacitação em superestrutura ferroviária. In:_____. MACÊDO, Fernanda Bittencourt. **Estudo do desgaste de trilhos ferroviários.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) -Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

EVANS, A. W. **Fatal accidents at railway level crossings in Great Britain 1946-2009.** Accident Analysis and Prevention, v. 43, 2011, p. 1837-1845.

FALCÃO, V. A. **A importância do Transporte Ferroviário de Carga para a Economia Brasileira e suas Reais Perspectivas de Crescimento.** Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Uberaba, 2013. Disponível em: <<http://www.civil.uminho.pt/revista/n45/Pag.51-63.pdf>>. Acesso em 15 nov. 2017.

FERREIRA, C. V, SCARPIM, A. C., SANTOS, M. F. D. S.; SOUSA, F. D. D.; SILVA, V. M. D. **Verificação dos dispositivos de segurança de uma passagem de nível em meio urbano.** In_____.: Artigo apresentado no Congresso Técnico e Científico da Engenharia e da Agronomia- CONTECC'2016 – Foz do Iguaçu. 2016. p.3.

Franzoni, Ana Maria Benciveni. **Logística de transporte internacional.** Bauru, SP, XI SIMPEP, 2005.

GOOGLE Earth – programa computacional. Disponível para download em: <<https://www.google.com/earth/download/gep/agree.html>> acesso em 8 nov. 2017.

HOEL, L. A.; GARBER, N. J.; SADEK, A. W. **Engenharia de infraestrutura de transportes: uma integração multimodal**. São Paulo: Cengage Learning, xii, 2012, 598 p.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Transporte ferroviário de cargas no Brasil: gargalos e perspectivas para o desenvolvimento econômico e regional**. Brasília, p.3, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3767/1/Comunicados_n50_Transporte.pdf> acesso em 16 nov. 2017.

KEEDI, S; MENDONÇA, P. C. C. **Transportes e Seguros no Comércio exterior**, 2. ed. São Paulo; aduaneiras. 2000.

KEEDI, S. **Logística de transporte internacional: veículo prático de competitividade**, 1. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2004.

KLINCEVICIUS, Mary Gisele Yoshimori. **Estudo de propriedades, de tensões e do Comportamento mecânico de lastros ferroviários**. Escola Politécnica: Engenharia de Transportes. São Paulo, 2011.

LAMBERT, D. M., STOCK, J. R., VANTINE, J. G. **Administração estratégica da logística**. São Paulo: Vantine Consultorias, 1998.

LANG, A. E. **As ferrovias no Brasil e avaliação econômica de projetos: uma aplicação em projetos ferroviários**. Dissertação (Mestrado em Psicologia Social) – Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

LEAL, S.V., FIGUEIREDO, M.K. **Soldagem Aluminotérmica**. Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão – CEFET - Departamento de Mecânica e Materiais São Luiz, 2006.

MARZOLA, Gleyson. **Alternativas viáveis para substituição da madeira como dormente ferroviário**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo. 2004.

MRS/divulgações, site do portal G1-Zona da Mata – MG, acessado em 5 jul. 2017 <<https://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/carro-invade-passagem-de-nivel-e-e-atingido-em-cheio-por-trem-em-juiz-de-fora-veja-video.ghtml>>

MUNIZ, L. F. S. **Fundamentos teórico-experimentais da mecânica dos pavimentos ferroviários e esboço de um sistema de gerência aplicado à manutenção da via permanente Rio de Janeiro – RJ**, tese de doutorado, COPPE, UFRJ, 2002.

NABAIS, R. J. S. **Manual básico de engenharia ferroviário**. Oficina de Textos. São Paulo. 2014.

PAIVA, C. E.L. Superestrutura ferroviária.1999. In:_____. SCHUINA, Polyana. **Estudo sobre a qualidade na manutenção do lastro na Estrada de Ferro Vitória a Minas**, 2014. 62f. (Graduação em Engenharia de Produção). Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Governador Valadares. 2014.

PORTO, T. G. **PTR 2501 – FERROVIAS**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, 2004.

RAZZOLINI FILHO, Edelvino, **Administração de material e patrimônio**, - Curitiba, PR: IESDE, 2012, 328p.

RODRIGUES, P. R. A. Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional. 2000. In:_____. XAVIER FILHO, Márcio. A importância do modal ferroviário no transporte de carga no Brasil utilizando a intermodalidade. 2006. Monografia (Tecnologia em logística). Faculdade de Tecnologia da Zona Leste. São Paulo.

RODRIGUEZ, Hélio Suêvo. **A formação de estrada de ferro no Rio de Janeiro: o resgate de sua memória**. Memória do Trem, p.14, 2004.

SARTORI, Marcelo. **Caracterização mecânica e metalúrgica de soldas aluminotermicas**. Trabalho de conclusão de Curso – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SILVA JR, L. E. **Tecnologias de manutenção de lastro de pedra**. Ministério da Defesa, Exército Brasileiro, Secretaria de Ciência e Tecnologia, Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://transportes.ime.eb.br/etfc/monografias/MON048.pdf>> Acesso em 04 nov. 2017.

SYDOW, A. M. Estudo e Plano de Aplicação dos Vagões Wy-130 no Desguarnecimento da Estrada de Ferro Vitória a Minas. In:_____. SCHUINA, Polyana. **Estudo sobre a qualidade na manutenção do lastro na Estrada de Ferro Vitória a Minas**, 2014. 62f. (Graduação em Engenharia de Produção). Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Governador Valadares. 2014.

STEFFLER, F. **Via permanente aplicada: guia teórico e prático**. – Rio de Janeiro. Editora: LTC, p. 26,2013.

SKYTTEBOL, A., Josefson, B.L., Ringsberg, J.W. **Fatigue Crack growth in a Welded Rail Under the Influence of Residual Stresses**. Engineering Fracture Mechanics 72. p. 271, 2005.

WANKE, Peter; FLEURY, Paulo Fernando. Transporte de cargas no Brasil: Estudo exploratório das principais variáveis relacionadas aos diferentes modais e às suas estruturas de custos. In_____: NEGRI e KUBOTA (Org). **Estrutura e Dinâmica do Setor de Serviços no Brasil**. Brasília: IPEA. 2006.

ANEXOS

ANEXO A

Formulário para determinação das condições físicas de Passagem em Nível.

IDENTIFICAÇÃO DA PN:		COORDENADA:	DATA:
BAIRRO / PONTO DE REFERÊNCIA:			
CARACTERÍSTICA DA TRAVESSIA		X	OBSERVAÇÕES
TIPO DE REVESTIMENTO	ASFALTO		
	CONCRETO		
	TERRA		
	OUTROS		
CONDIÇÃO DO REVESTIMENTO	REGULAR		
	INREGULAR		
CONTRATRILHO	EXISTENTE		
	INEXISTENTE		
PROTEÇÃO	EXISTENTE		
	TIPO		
	INEXISTENTE		
RAMPA	ABAIXO DE 3%		
	3 A 5%		
	ACIMA DE 5%		
ILUMINAÇÃO	EFICIENTE		
	REGULAR		
	INEXISTENTE		
NÚMERO DE VIAS FÉRREAS	VIA SIMPLES		
	VIA DUPLA		
	TRIPLA OU MAIS		
TIPO DE VIA RODOVIÁRIA	TRANSITO RÁPIDO		
	ARTERIAL		
	COLETORA		
	LOCAL		
	RODOVIA		
	ESTRADA		
NÚMERO DE FAIXA RODOVIÁRIA	1 FAIXA		
	2 FAIXAS		
	3 FAIXAS OU MAIS		

ANEXO B

**NBR 15680: Via férrea - Travessia rodoviária - Passagem em nível pública -
Requisitos de projeto.**

Primeira edição
06.02.2009

Válida a partir de
06.03.2009

**Via férrea — Travessia rodoviária — Passagem
em nível pública — Requisitos de projeto**

*Railway — Highway grade crossing — Public grade crossing — Design
require*

Palavras-chave: Via férrea. Travessia. Sinalização. Passagem.
Descriptors: Railway. Crossing. Signaling.

ICS 45.120

ISBN 978-85-07-01292-4

© ABNT 2009

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio.....	iv
1 Escopo.....	1
2 Referências normativas.....	1
3 Termos e definições.....	1
4 Conteúdo do projeto.....	2
5 Condições técnicas de projeto em planta.....	3
6 Condições técnicas de projeto em perfil.....	5
7 Drenagem na área da PN.....	5
8 Revestimento.....	5
9 Dimensões da PN.....	6
10 Sinalização.....	6
11 Cerceamento de animais na PN.....	6
12 Redutor de velocidade.....	6
13 Parada de veículos.....	7
14 Via eletrificada.....	7
15 Casos em que a PN não é permitida.....	7
16 Limites de influência da PN.....	7
Bibliografia.....	8

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidade, laboratório e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras das Diretivas ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR 15680 foi elaborada no Comitê Brasileiro Metroferroviário (ABNT/CB-06), pela Comissão de Estudo de Traçado e Infra-Estrutura (CE-06:100.04). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 09, de 22.08.2008 a 20.10.2008, com o número de Projeto 06:100.04-001.

Esta Norma cancela e substitui a ABNT NB 114:1979.

Via férrea — Travessia rodoviária — Passagem em nível pública — Requisitos de projeto

1 Escopo

Esta Norma especifica os requisitos de projeto para novas travessias rodoviárias, em passagens em nível públicas.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

Lei nº 9503, de 23.09.1997, *Código de Trânsito Brasileiro (CTB)*

ABNT NBR 7593, *Travessia pela via férrea*

ABNT NBR 7613, *Via férrea – Travessia rodoviária – Momento de circulação*

ABNT NBR 7707, *Sinalização ferroviária – Placa – Placa de regulamentação*

ABNT NBR 11571, *Placa de advertência para sinalização ferroviária – Tipos, formas e dimensões*

ABNT NBR 11759, *Via férrea – Travessia rodoviária – Passagem de nível pública – Equipamento de proteção*

ABNT NBR 12180, *Via férrea – Travessia rodoviária – Passagem de nível pública – Equipamento de proteção elétrica*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1
distância de visibilidade de parada
DVP
distância necessária para um veículo trafegando na rodovia, na velocidade máxima regulamentada, parar com segurança antes de cruzar a PN

3.2
passagem em nível
PN
cruzamento da via férrea com a via rodoviária no mesmo plano horizontal

3.3
passagem inferior
PI
cruzamento da via rodoviária sob a ferrovia

3.4

passagem superior

PS

cruzamento da via rodoviária sobre a ferrovia

3.5

sinalização ativa

sinalização em que as informações aos usuários da PN variam ao longo do tempo, indicando a presença de trem no trecho, podendo ser acionada por equipamento automático ou por ação humana (manual), através de sinais acústicos, luminosos, cancelas ou bandeiras

3.6

sinalização ferroviária

sinalização constituída por placas e sinais, na zona de influência da PN, necessária para informar aos operadores dos veículos ferroviários sobre a existência da PN e demais condições de tráfego ferroviário

3.7

sinalização passiva

sinalização em que as informações aos usuários da PN ficam inalteradas ao longo do tempo, sendo constituída por sinalização vertical (placas) e horizontal (pinturas e dispositivos de solo)

3.8

sinalização rodoviária

sinalização constituída por placas e sinais, na zona de influência da PN, dirigida aos pedestres e condutores de veículos da via rodoviária

4 Conteúdo do projeto

4.1 O projeto deve contemplar a justificativa para a adoção de PN. O projeto da PN não deve conter projetos de outros tipos de travessias (ver ABNT NBR 7593).

4.2 O projeto deve compreender os seguintes elementos:

- a) planta baixa, na escala de 1:500, com abrangência suficiente à verificação da observância desta Norma;
- b) perfil das vias que se cruzam, nas escalas de 1:500 (horizontal) e de 1:100 (vertical);
- c) desenhos das proteções adotadas;
- d) detalhes e especificações da sinalização, passiva e ativa, quando houver;
- e) estudo quanto à quantidade e natureza do trânsito e do tráfego da PN, com a determinação do momento de circulação (MC), de acordo com a ABNT NBR 7613.

4.3 O projeto deve conter:

a) localização da PN:

- distrito ou bairro, município e estado;
- denominação da via que cruza a via férrea;
- denominação da linha ou ramal e trecho ferroviário, estações ou paradas (anterior e posterior);
- posição quilométrica da ferrovia com precisão de metros (exemplo: km 273 + 916);

- b) empresa concessionária/operadora;
- c) detentor da via pública ou privada que cruza a ferrovia;
- d) profissional responsável pelo projeto: nome e registro no Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA);
- e) número da anotação de responsabilidade técnica (ART) junto ao CREA, referente ao projeto;
- f) velocidade máxima autorizada (VMA) da ferrovia no local da PN;
- g) posição quilométrica das PN, PS e/ou PI mais próximas (para ambos os lados);
- h) obstáculos e/ou interferências a remover das instalações fixas da ferrovia, rodovia e outros confrontantes;
- i) trem tipo ferroviário (padrão de carga usado para cálculo de uma determinada estrutura);
- j) trem tipo rodoviário (padrão de carga usado para cálculo de uma determinada estrutura);
- k) características técnicas dos veículos rodoviários considerados no projeto;
- l) método executivo da obra;
- m) cronograma de execução da obra;
- n) comprimento do maior veículo rodoviário a transitar pela PN.

5 Condições técnicas de projeto em planta

5.1 A PN deve ser em trechos em tangente para ambas as vias, preferencialmente em ângulo reto, sendo permitido um ângulo de no mínimo 45° entre os respectivos eixos.

5.2 Os trechos da rodovia antes do primeiro trilho e depois do último trilho da PN devem ser em tangente na extensão do maior veículo rodoviário, respeitado o comprimento mínimo de 25 m.

5.3 No caso da rodovia cruzar outra via rodoviária próxima à travessia da ferrovia, o projeto da PN deve garantir a via livre para a travessia da PN, de modo que os veículos rodoviários tenham condições de a completarem e a desimpedirem.

5.4 O projeto da PN deve conter sinalização adequada no mínimo igual à distância de visibilidade de parada (DVP), para que os condutores de veículos rodoviários, ao se aproximarem da PN, tenham asseguradas as condições de parada a uma distância segura antes da PN.

5.5 No caso de sinalização passiva, o projeto deve:

- a) calcular o tempo que o condutor de um veículo rodoviário parado a uma distância segura antes do primeiro trilho da PN precisa para iniciar e completar a travessia da PN com segurança;
- b) informar a maior distância em que um trem em aproximação da PN pode ser visto por um motorista com seu carro parado à distância de 3 m do trilho externo da linha que lhe seja mais próxima;
- c) assegurar que o condutor parado antes de iniciar a travessia tenha condições seguras de ver o trem na posição calculada em 5.5 b).

5.6 Conforme a configuração de obstáculos no terreno em torno da PN, curvas e aclives da linha férrea e, consideradas as velocidades permitidas ao trem, pode ser necessário desobstruir a linha de visão entre o condutor do veículo rodoviário e o trem, ou reduzir a velocidade de aproximação do trem. Caso estas condições não sejam possíveis ou não sejam aceitáveis, não é permitida sinalização passiva para esta PN.

5.7 No caso de sinalização ativa de acionamento automático, o projeto deve;

- a) calcular a posição mais próxima em que um trem que se aproxime da PN pode se encontrar, tal que, movendo-se às velocidades máximas permitidas ao longo do trecho, levará um tempo para chegar à PN igual ou superior ao calculado em 5.7 a), acrescido de um tempo de margem de segurança;
- b) fazer com que a sinalização ativa seja iniciada não mais tarde do que o momento em que o trem chega à posição calculada em 5.7 b)

5.8 A área necessária para assegurar a visibilidade mínima identificada no projeto da PN deve ser mantida livre de qualquer obstáculo. Todo obstáculo existente na referida área e respectivos proprietários devem ser assinalados em planta.

5.9 O memorial do projeto deve:

- a) apresentar e justificar os cálculos para determinar as distâncias e tempos referidos em 5.5 e 5.7 conforme a sinalização seja passiva ou ativa;
- b) determinar os elementos a serem implantados para assegurar a visibilidade e antecipação necessárias;
- c) indicar, na rodovia, a sinalização de advertência para a existência da PN;
- d) assegurar as condições da região no entorno da PN para desimpedir a visibilidade entre o ponto de parada seguro antes do primeiro trilho e o veículo ferroviário na posição limite que requer visibilidade;
- e) indicar o tempo entre o acionamento da sinalização ativa e a chegada do trem à PN.

NOTA Entre as diversas variáveis necessárias aos cálculos, podem ser utilizados os seguintes valores:

- velocidade de aproximação do veículo rodoviário até o ponto de parada antes da PN: velocidade permitida na via rodoviária. Eventualmente, as condições no entorno da PN podem requerer a redução da velocidade permitida original;
- velocidade do trem: velocidade permitida pela sinalização ferroviária. Eventualmente, as condições no entorno da PN podem requerer a redução da velocidade permitida original;
- tempo de percepção e reação do condutor do veículo rodoviário para início do processo de parada: 2,5 s;
- taxa de desaceleração do veículo rodoviário: $3,4 \text{ m/s}^2$;
- tempo de reação e manobra partindo da condição parado: 2,0 s;
- taxa de aceleração do veículo rodoviário, a partir de parado: $0,45 \text{ m/s}^2$;
- velocidade máxima para ultrapassar a PN partindo da condição de parado: 10 km/h;
- veículo rodoviário parado com seu pára-choque dianteiro à distância de 3,00 m do trilho a ele mais próximo;
- distância do motorista até a frente do veículo: 3,0 m;
- comprimento do veículo rodoviário: 22,0 m.

5.10 O memorial de projeto deve apresentar os cálculos dos tempos mínimos e máximos de espera do condutor do veículo rodoviário parado antes da PN, até a chegada do trem, considerando os diferentes tipos de trens e as diferentes condições de tráfego usuais. O projeto deve ser dimensionado para que este intervalo não ultrapasse 20 s. No caso de intervalos maiores, deve ser justificada a impossibilidade de atender a este limite, nas condições e recursos disponíveis.

6 Condições técnicas de projeto em perfil

6.1 PN deve ser em trecho em nível para ambas as vias. Excepcionalmente, admite-se uma rampa de até 3% para a via férrea. Na rodovia, o trecho em nível deve se estender pelo menos pelo comprimento do maior veículo a transitar pela PN para ambos os seus lados.

6.2 Consideradas as condições de perfil de ambas as vias, deve ser assegurada a visibilidade mínima estabelecida em 5.5 e 5.7.

7 Drenagem na área da PN

7.1 O sistema de drenagem deve assegurar que não haja alagamentos na via férrea e na rodovia, incluindo o lastro e a plataforma da via férrea.

7.2 O projeto deve esclarecer a solução adotada para a drenagem contendo: localização, tipo, dimensões, estudos, memórias de cálculo e demais características da obra necessária.

8 Revestimento

8.1 As vias públicas de acesso às PN devem apresentar pavimento asfáltico em pelo menos 40 m para cada lado da linha férrea, objetivando implantação da sinalização horizontal. Nas regiões urbanas deve ser mantida a continuidade do passeio de pedestres.

8.2 Não é permitida a colocação de solo ou outro material sobre o lastro que possa reduzir sua capacidade elástica e drenante.

8.3 No trecho correspondente à superestrutura de cada via férrea, deve ser aplicado contratrilho conforme segue:

- a) estender os contratrilhos 50 cm no mínimo para cada lado da pista de rolamento da rodovia, ou dos passeios, quando for o caso;
- b) manter uma gola mínima de 70 mm (entre boletos) por 50 mm (entre topo do boleto e topo da alma), completamente livre, em relação ao trilho de rolamento;
- c) distâncias das fiadas de trilho de no máximo 150 mm;
- d) ser com trilho novo ou usado, ou de outro perfil de aço especial para isto, ou material similar aceito pela ferrovia;
- e) assentar o contratrilho com ou sem placa de apoio;
- f) ter a extremidade chanfrada, de forma a orientar as rodas em caso de descarrilamento nas proximidades da PN e evitar choque das mesmas com os topos dos contratrilhos.

8.4 O nível do pavimento deve ser o mesmo da superfície de rolamento das fiadas dos trilhos e deve permitir o trânsito rodoviário sem diminuição da velocidade, sem choque e derrapagem.

8.5 Quando a PN for pavimentada em concreto asfáltico, placas de concreto pré-moldado dotadas de reforço de suas bordas em cantoneiras de aço ou placas de borracha, o contra-trilho pode ser dispensado. O dimensionamento das placas de concreto pré-moldado deve considerar a tara bruta máxima rodoviária.

9 Dimensões da PN

9.1 O comprimento da PN é a extensão do eixo rodoviário, compreendida entre os limites da faixa de domínio ferroviária e a largura medida perpendicularmente ao mesmo eixo, incluindo os passeios, quando existirem.

9.2 A PN em meio a núcleo populacional ou dele próxima deve ter passeios com no mínimo 1,50 m de largura nos dois lados do cruzamento, de forma a assegurar aos pedestres o trânsito sem interferências dos veículos.

10 Sinalização

10.1 A sinalização da PN deve atender ao seguinte:

- a) para o tráfego ferroviário: estar de acordo com as ABNT NBR 7707 e ABNT NBR 11571;
- b) para trânsito rodoviário: estar de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, ABNT NBR 11759 e ABNT NBR 12180.

10.2 Quando pelo menos uma das vias no cruzamento for dupla (ferroviária ou rodoviária), deve ser calculado o momento de circulação para determinar o tipo de sinalização a ser utilizada.

10.3 No projeto da PN deve ser detalhado se o tipo de sinalização utilizada é passiva ou ativa.

10.4 A implantação de qualquer tipo de sinalização na faixa de domínio ferroviário deve garantir a permanência das características originais da via permanente e de outras instalações na mesma faixa de domínio.

10.5 A PN deve ter sinalização rodoviária para proibir manobras e conversões sobre ela.

10.6 Para PN com rodovia em mão dupla de direção, deve ser colocada sinalização de "proibida a ultrapassagem" por meio de placas, pintura no pavimento com faixas contínuas e colocação de tachas ou tachões, conforme disposto no Código de Trânsito Brasileiro.

10.7 A ferrovia deve instalar e manter placas indicativas de "PN" e "Apite" nas imediações das passagens em nível, localizadas a uma distância que permita o acionamento pelo maquinista da buzina ou de outra sinalização sonora, para alertar pedestres e motoristas sobre início de movimentação e/ou de aproximação de composições ferroviárias das passagens em nível.

11 Cerceamento de animais na PN

Havendo necessidade de cerceamento do acesso de animais, a PN deve ser protegida com mata-burro, de forma a assegurar que qualquer animal não invada a via e a faixa de domínio ferroviário.

12 Redutor de velocidade

12.1 Quando previstos dispositivos para redução de velocidade dos veículos rodoviários, denominados quebra-mola, lombada etc., estes devem atender às disposições do Código de Trânsito Brasileiro e ao estabelecido pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN).

12.2 O redutor de velocidade, se empregado, deve situar-se somente na mão de direção de demanda da PN e a uma distância não inferior a 40 m do primeiro trilho da mesma PN.

13 Parada de veículos

Deve ser proibida a parada de veículos na PN, na faixa de aproximação e de saída dela.

14 Via eletrificada

Em via eletrificada, dispositivos com os limites do gabarito rodoviário vertical devem ser colocados fora e próximo da faixa de domínio ferroviário, impedindo o ingresso na PN de veículos que não os atendam.

15 Casos em que a PN não é permitida

A PN não é permitida nos seguintes casos:

- a) em via com 3° trilho, utilizado para alimentação elétrica de tração;
- b) em via férrea com intervalo de tráfego inferior a 30 min;
- c) dentro de pátio e dos limites de manobra ferroviária;
- d) em via de trânsito rápido, conforme Código de Trânsito Brasileiro, Anexo I.

16 Limites de influência da PN

A PN tem que ficar fora do limite de influência de outra PN, de uma PS, ou de uma PI, que é de no mínimo:

- a) para pedestres: 500 m;
- b) para veículos e animais:
 - PN: 1 500 m;
 - PS ou PI: 3 000 m.

NOTA A influência é considerada para cada lado do ponto de intersecção dos eixos das vias que se cruzam. Não se considera a existência de PN, PS ou PI particular, embora sejam assinaladas no projeto.

Bibliografia

- [1] ABNT NBR 7032, *Engenharia de tráfego*
- [2] ABNT NBR 7635, *Sinalização ferroviária*
- [3] ABNT NBR 7641, *Via permanente ferroviária*
- [4] ABNT NBR 7642, *Tráfego ferroviário*
- [5] ABNT NBR 7646, *Veículo ferroviário*
- [6] ABNT NBR 7958, *Veículo ferroviário*
- [7] ABNT NBR 8701, *Sinalização ferroviária*
- [8] ABNT NBR 8736, *Proteção para passagem de nível rodoviário em via férrea*
- [9] ABNT NBR 11522, *Gabarito de construção de instalação fixa ferroviária – Bitola métrica em tangente ou em curva com raio de mais de 350 metros – Formas e dimensões*
- [10] ABNT NBR 11523, *Gabarito de construção de instalação fixa ferroviária – Bitola normal e larga em tangente ou em curva com raio de mais de 500 m – Formas e dimensões*
- [11] ABNT NBR 11542, *Via férrea – Travessia – Identificação*
- [12] ABNT NBR 11572, *Placa de indicação para sinalização ferroviária – Tipos, formas e dimensões*
- [13] ABNT NBR 12731, *Via férrea – Travessia rodoviária de pedestre e animal*
- [14] ABNT NBR 12915, *Estudo e projeto de gabarito ferroviário*
- [15] Regulamento dos transportes ferroviários (RTF), aprovado pelo Decreto Federal nº 1832 de 04.03.1996
- [16] Manual de projeto de interseções (DNIT) – 2005 – Publicação IPR 718
- [17] Manual de Cruzamentos Rodoferroviários – DENATRAN/1979