



DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

Diretoria de Infraestrutura Ferroviária
Coordenação de Construções Ferroviárias

Relatório de Atualização do PROSEFER Metodologia

Brasília, dezembro de 2019.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente da República
Jair Messias Bolsonaro

Ministro de Estado dos Transportes
Tarcísio Gomes de Freitas

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT)

DIRETOR GERAL
Antônio Leite dos Santos Filho

DIRETORIA DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA (DIF)
Marcelo Almeida Pinheiro Chagas

Coordenação-Geral de Obras Ferroviárias (CGOfer)
Jean Carlo Trevizolo de Souza

Coordenação de Construções Ferroviárias (CONFER)
Francisco de Assis Mesquita

Coordenação de Acompanhamento e Controle (COAFET)
Renata de Castro Oliveira

Coordenação-Geral de Patrimônio Ferroviário (CGPfer)
Ariston Ayres Rodrigues

Coordenação de Patrimônio (COPAF)
Érica Zanon Silva

Coordenação de Manutenção (COMAF)
Renan de Oliveira Teixeira



DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

Diretoria de Infraestrutura Ferroviária
Coordenação de Construções Ferroviárias

Relatório de Atualização do PROSEFER Metodologia

Brasília, dezembro de 2019

Copyright© 2019, DNIT.

Permitida a reprodução, parcial ou total, por qualquer meio, se citados a fonte e o sítio da internet no qual pode ser encontrado o original.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT

SAN Q.03 Bl. A,

Ed. Núcleo dos Transportes

CEP: 70.040-902 – Brasília/DF

Telefone: (61) 3315-4000

www.dnit.gov.br

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	7
1. APRESENTAÇÃO.....	8
2. ATUALIZAÇÃO DO PROSEFER.....	9
2.1 Processo de Seleção dos Empreendimentos no Programa	10
2.2 Etapa 1 – Levantamento de Informações.	13
2.2.1 Atualização dos dados relativos ao volume de veículos	14
2.2.2 Atualização de dados relativos ao volume de trens.....	19
2.2.3 Levantamento das características da travessia	22
2.3 Etapa 2 – Planejamento.....	27
2.3.1 Custos de empreendimentos do PROSEFER 2009	27
2.3.2 Atualização dos custos referenciais.....	28
2.3.3 Custos médios de empreendimentos ferroviários.....	29
2.3.4 Custos totais dos empreendimentos ferroviários.....	30
2.3.5 Definição do parâmetro de seleção	32
2.3.6 Avaliação do parâmetro de seleção	39
2.3.7 Proposta de alteração da metodologia de priorização	39
2.4 Etapa 3 – Execução	42
2.4.1 Seleção dos empreendimentos.....	43
2.4.2 Parâmetros de priorização - conceito e metodologia.....	43
2.4.3 Estrutura de cálculo do Índice de Priorização dos Empreendimentos (IPP) ..	84
2.4.4 Metodologia AHP.....	87
2.4.5 Índice de Priorização dos Empreendimentos	96
2.4.6 Cálculo dos IPP dos Empreendimentos.....	114
2.4.7 Classificação dos Empreendimentos	115
3. CONSIDERAÇÕES.....	116

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres
CGCL – Coordenação-Geral de Cadastro e Licitações
CGOFER – Coordenação-Geral de Obras Ferroviárias
CGDR – Coordenação-Geral de Desapropriação e Reassentamento
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DG – Diretoria-Geral
DIF – Diretoria de Infraestrutura Ferroviária
DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito
EVTEA – Estudo de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental
EF – Estrada de Ferro
GI – Grau de Importância
GIT – Grau de Importância Total
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IPP – Índice de Priorização do PROSEFER
MT – Ministério dos Transportes
PAC – Programa de Aceleração do Crescimento
PI – Passagem Inferior
PN – Passagem em Nível
PP – Passarela de Pedestre em Concreto
PS – Passagem Superior
RFFSA – Rede Ferroviária Federal
PROSEFER – Programa Nacional de Segurança Ferroviária em Áreas Urbanas
SAFF – Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário
VMA – Velocidade Média Autorizada
VMC – Velocidade Média Comercial



Diretoria de Infraestrutura Ferroviária
Coordenação de Construções Ferroviárias

1. APRESENTAÇÃO

A Diretoria de Infraestrutura Ferroviária (DIF), do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre (DNIT), visando a inclusão e priorização de empreendimentos em programas orçamentários do Governo Federal e inseridos na carteira de iniciativas estratégicas do DNIT, iniciou o processo de atualização do Programa Nacional de Segurança Ferroviária em Áreas Urbanas (PROSEFER).

O Programa se propõe a apresentar subsídios à DIF/DNIT, para que sejam estudadas soluções no âmbito de suas administrações de modo que eventuais problemas com a interface dos diferentes modais de transporte, em áreas urbanas e passagens em nível, em locais de alta densidade populacional, sejam equacionados, de forma a eliminar ou minimizar os conflitos resultantes dessa convivência.

O PROSEFER 2009 foi idealizado com o desígnio de realizar estudos e pesquisas, para definir ações e intervenções em trechos ferroviários com interferências em áreas urbanas e rodovias. Os estudos foram elaborados por município, com levantamento de informações para cada um dos cruzamentos, até a identificação dos locais críticos que necessitavam de intervenções - dentro de critérios definidos no trabalho. A partir daí, foi sugerida uma intervenção adequada e possível para resolver o problema detectado.

Na atualização do PROSEFER, cujo objetivo é classificar por ordem de importância as obras previstas no Programa, foi realizada a atividade de identificação dos empreendimentos prioritários com o intuito de definir os parâmetros a serem considerados na seleção destes e por fim compor a carteira de projetos da DIF.

Foram propostas alterações de critérios e metodologias para determinar, dentre a relação dos empreendimentos com indicações de intervenção, qual a ordem de prioridade. A metodologia de atualização do Programa é explanada ao longo do desenvolvimento do presente relatório.

2. ATUALIZAÇÃO DO PROSEFER

Visando a atualização do Programa foi analisada a metodologia e os critérios utilizados no PROSEFER 2009, referentes à caracterização dos pontos críticos em corredores ferroviários, à capacidade de ganho operacional e à estimativa dos custos dos empreendimentos, de forma a subsidiar a avaliação a respeito da aplicabilidade desses dentro do contexto atual.

Após o levantamento de todas as informações constantes no estudo PROSEFER 2009, em cada um dos municípios interferidos pela via férrea, foram realizadas pesquisas no acervo técnico dessa Diretoria quanto as ações já executadas e em execução no âmbito da Setorial, foram relacionados os empreendimentos com indicação de intervenções pelo Programa, apresentando a descrição das soluções bem como as ações já efetuadas pela DIF.

Objetivando atualizar os dados projetados pelo PROSEFER 2009, com a conjuntura atual das cargas ferroviárias que transitam entre pátios e com a projeção dos veículos que trafegam nas Passagens em Nível (PN), foi necessário o levantamento de dados relativos ao crescimento da frota de veículos e a evolução do volume de cargas que circulam em cada município.

Com as atualizações e as pesquisas em relação ao avanço da DIF na realização de alguns empreendimentos indicados na relação do PROSEFER 2009, bem como, as alterações na operação e/ou malha ferroviária da infraestrutura concessionada, alguns empreendimentos foram retirados do Programa.

Após a conclusão do desenvolvimento das metodologias adotadas para a estimativa e atualização de custos das soluções indicadas para cada empreendimento, da análise sobre os métodos e critérios utilizados no desenvolvimento do PROSEFER 2009 e definição do parâmetro de seleção, que indicará quais empreendimentos necessitam de soluções de intervenção, foram propostas alterações de critérios e metodologia para auxiliar a DIF, dentre a relação dos empreendimentos com indicações de intervenção, qual a ordem de prioridade.

Dando prosseguimento à atualização, procedeu-se à definição dos conceitos de cada um dos parâmetros concernentes às áreas de priorização e a metodologia para a obtenção dos seus valores, foi escolhida a estrutura da tabela para o cálculo do índice de priorização do PROSEFER (IPP) e o método de análise utilizado para a obtenção dos pesos das áreas de priorização (Método de Análise Hierárquica AHP), apresentada a relação dos empreendimentos contemplados pelo Programa após selecionados por meio do parâmetro Grau de Importância (GI), conforme norma NBR7613/2019, exibida a metodologia para o cálculo do IPP e, afinal, a classificação dos empreendimentos em ordem decrescente de priorização.

Por fim, foi concluída a metodologia de apuração do ganho operacional potencial, decorrente de uma futura implantação dos empreendimentos nos municípios, para cada tipo de solução de intervenção proposta pelo PROSEFER e a relação de classificação dos empreendimentos com indicação de intervenção pelo PROSEFER, após as adequações realizadas na atualização do Programa.

O presente relatório descreve a metodologia utilizada na atualização do Programa. A estrutura do modelo de avaliação de priorização dos empreendimentos foi conservada, entretanto ocorreram alterações na metodologia de definição dos parâmetros a serem considerados na seleção destes.

2.1 Processo de Seleção dos Empreendimentos no Programa

Considerando o avanço da DIF na realização de alguns empreendimentos listados no PROSEFER 2009 e a atualização das informações em relação ao levantamento de dados relativos ao crescimento da frota de veículos, bem como, a evolução do volume das cargas que circulam em cada corredor, alguns empreendimentos foram retirados da relação do PROSEFER.

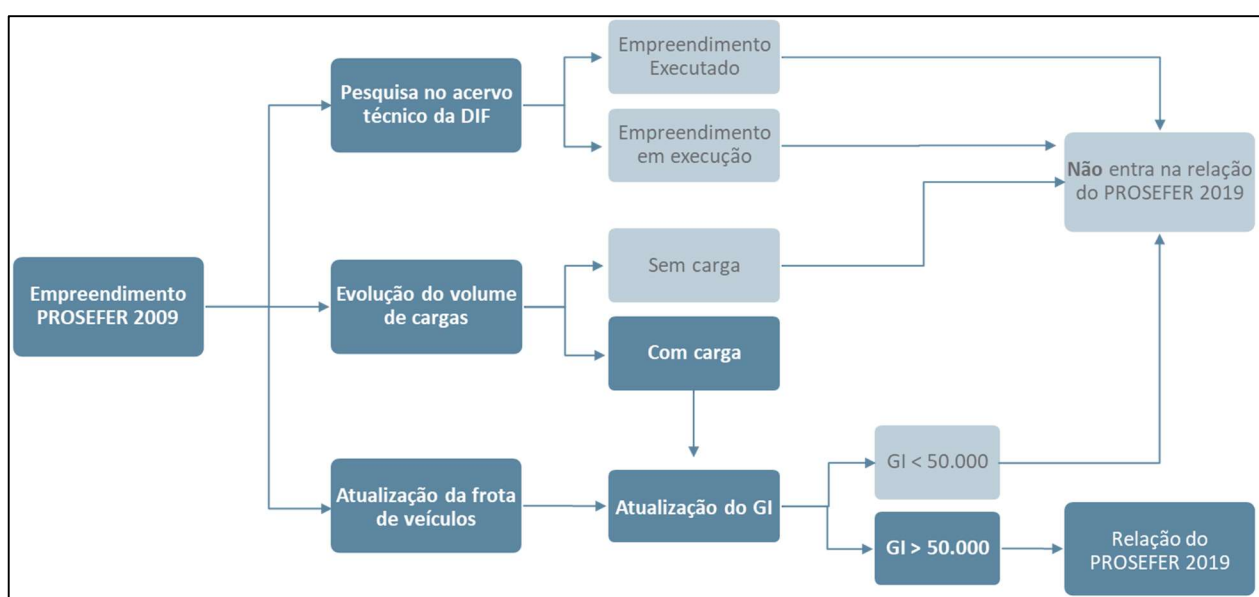
O indicador escolhido para classificar quais passagens em nível são críticas, ou seja, necessitam de ações de intervenções por parte da DIF, foi retirado da Norma ABNT NBR 7613:2019 que trata de Travessias Rodoviárias através de via férrea, cujo parâmetro adotado foi o Grau de Importância (GI).

O GI é um fator que define o nível de intervenção de uma passagem em nível (PN), e conforme a norma, para passagens em nível (PN) com $GI > 50.000$, recomenda-se estudar a viabilidade da eliminação do cruzamento entre a ferrovia e a rodovia, que é o foco do PROSEFER. Para valores de GI abaixo desse é indicado a utilização de sinalização como solução.

No PROSEFER 2009 foram apresentadas 122 indicações de empreendimentos a serem implementados pela DIF. Na atualização do Programa, após serem excluídos os empreendimentos já realizados pela DIF, os empreendimentos que, após atualização dos tráfegos ferroviários e rodoviários, apresentaram $GI < 50.000$ e aqueles sem tráfego de carga ou, ainda, cuja via foi erradicada, restaram 83.

O elemento gráfico, a seguir, exibe o processo utilizado para selecionar, dentre os empreendimentos contemplados na lista do PROSEFER 2009, quais considerar na atualização do Programa.

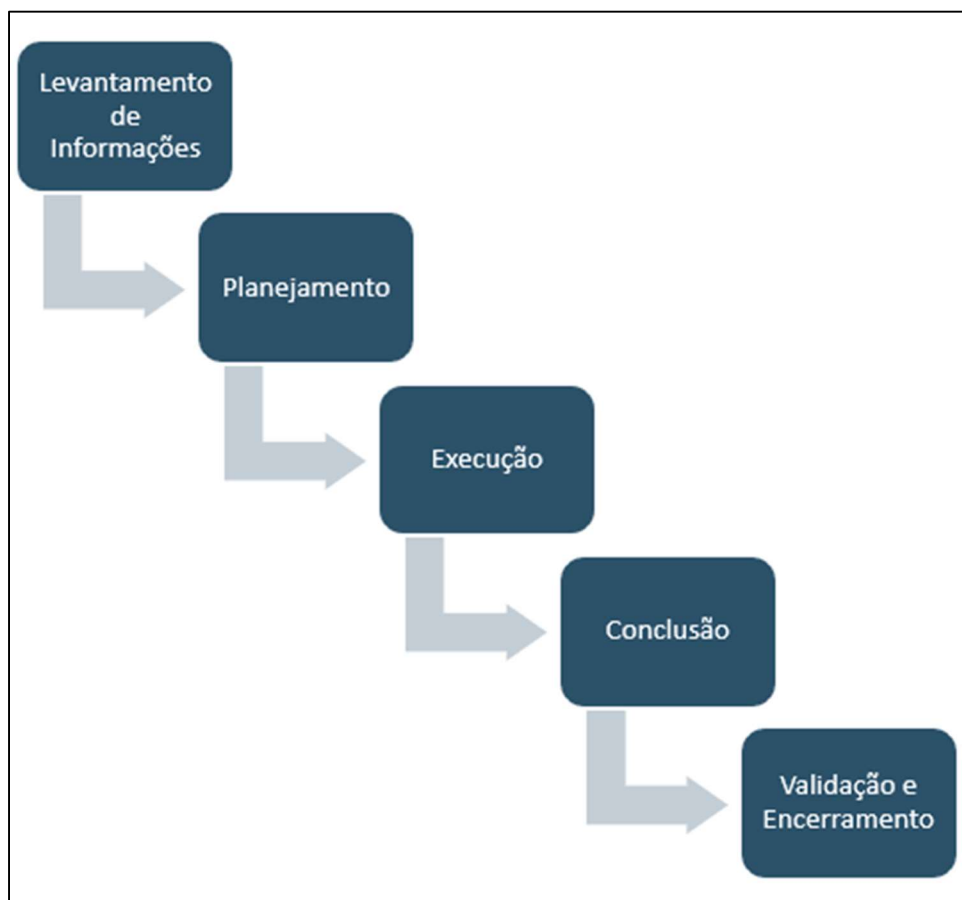
Processo de seleção de empreendimentos a serem considerados pelo PROSEFER.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a atualização do Programa foi elaborado plano de trabalho dividido em cinco etapas, como segue:

Plano de trabalho para atualização do PROSEFER.



Fonte: Elaborado pelo autor.

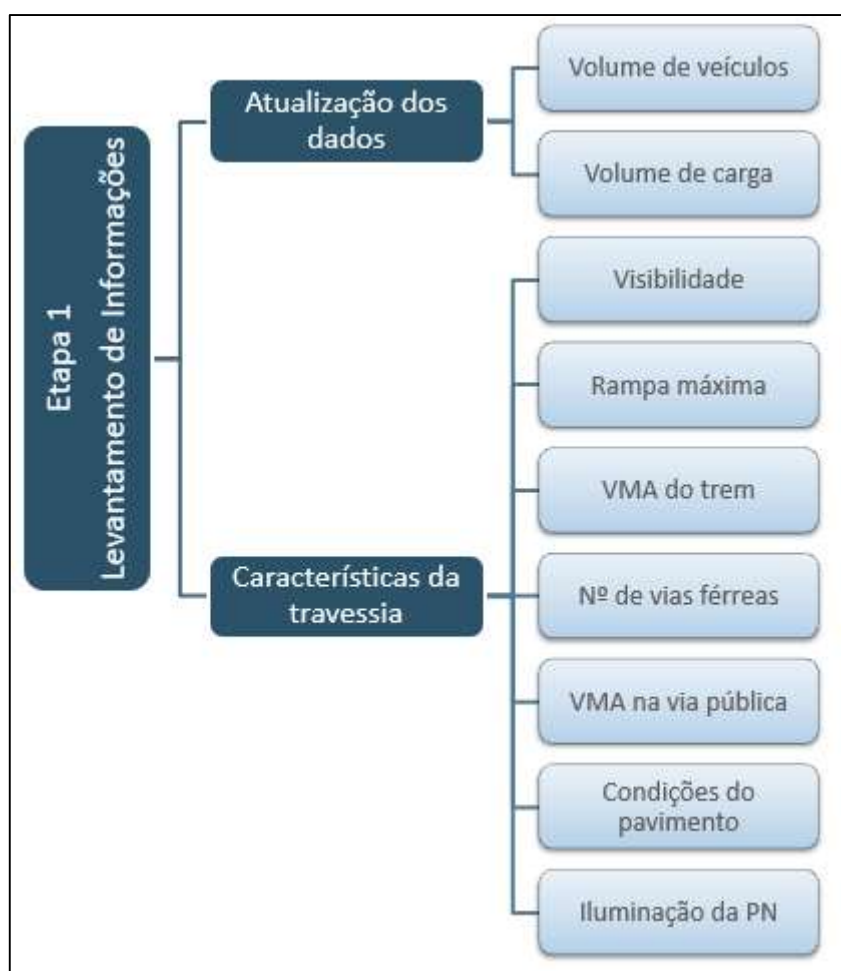
No presente relatório, serão explanadas apenas as etapas de atualização do Programa que sintetizam o desenvolvimento da metodologia utilizada para criar a lista de classificação dos empreendimentos.

2.2 Etapa 1 – Levantamento de Informações.

Nessa etapa foi realizado o levantamento das informações constantes no estudo PROSEFER 2009, foram relacionados todos os Municípios com indicação de intervenção, apresentando a descrição das soluções bem como as ações já efetuadas pela DIF como elaboração de Termo de Referência, EVTEA, Projeto Básico, Projeto Executivo e Execução da Obra.

Foram atualizados os dados projetados pelo Prosefer 2009 em relação ao crescimento da frota de veículos e a evolução do volume das cargas que circulam em cada corredor, e realizado a atualização e/ou o levantamento das características da travessia. A metodologia utilizada é apresentada a seguir.

Plano de trabalho para atualização do PROSEFER – Etapa 1.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2.1 Atualização dos dados relativos ao volume de veículos

Para o cálculo do volume de veículos que transitam nas passagens em nível, foi priorizado a utilização dos dados apresentados nos Estudos e Projetos elaborados pela DIF, na inexistência desses, foram retirados das contagens em campo realizadas no PROSEFER 2009.

A atualização dos volumes de veículos foi realizada através da obtenção de taxas de ajustes para cada tipo de veículo e pedestres, considerando que o aumento do volume de tráfego nas PN's é proporcional ao aumento de frota e população municipal. O mês de referência da atualização foi setembro/2018.

A obtenção das taxas de ajustes é ilustrada a seguir.

- Taxa de Ajuste Veículos

1º Passo: Acesso aos dados do DENATRAN através do site do Ministério da Infraestrutura:



2º Passo: Acesso à aba “Relatórios Estatísticos”:

The screenshot shows the Denatran website interface. On the left is a vertical menu with the following items: 'ACESSO À INFORMAÇÃO - DENATRAN', 'Fale Conosco', 'Perguntas Frequentes e Dúvidas Gerais', 'Petiçãoamento Eletrônico - SEI', 'Carteira Internacional', 'Educação - Denatran', 'Fabricantes e Estampadores', 'Funset', 'Links Gerais', 'Municipalização', 'Relatórios Estatísticos' (highlighted with a red box), and 'Sistema RENAINF'. The main content area has a header 'Denatran - Departamento Nacional de Trânsito'. Below it is a large banner for 'CNH DIGITAL, A VERSÃO ELETRÔNICA DA SUA HABILITAÇÃO.' with a background image of a hand holding a smartphone. To the right of the hand is a graphic of a digital license card and the text 'CNH Digital'. Below the banner is a section titled 'Processo Seletivo - Câmaras Temáticas' with a blurred image of traffic lights.

3º Passo: Acesso ao link “RENAVAM – Frotas de Veículos”:

The screenshot shows the 'Estatísticas - DENATRAN' page. The left menu is partially visible, showing items from 'Fale Conosco' down to 'Fabricantes e'. The main content area has the title 'Estatísticas - DENATRAN' and a subtitle ':::'. Below this is the publication information: 'Publicado: Segunda, 08 de Abril de 2019, 15h04 | Última atualização em Terça, 29 de Outubro de 2019, 18h36'. To the right of this information are social media sharing icons for Facebook, Twitter, LinkedIn, Email, and Print. Below the publication info is the text 'Escolha Abaixo o Tipo de Relatório Desejado:'. Underneath this are four links: 'RENAVAM - Frota de Veículos' (highlighted with a red box), 'RENACH - Quantidade de Habilitados', 'RENAINF - Quantidade de Infrações', and 'Roubos e Furtos'.

4º Passo: Seleção dos anos desejados (ano da contagem original e ano de referência para taxa de ajuste):

DENATRAN

Estatísticas - Frota de Veículos - DENATRAN

Publicado: Terça, 10 de Maio de 2016, 18h06

Selecione o Ano de Referência Desejado:

2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013
2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006
2005	2004	2003	2002	2001	2000	

[Anteriores a 2000](#)

5º Passo: Acesso ao link “03 – Frota por Município e Tipo”:

SERVIÇOS

- 02 - Frota por UF e Ano de Fabricação
- 03 - Frota por Município e Tipo

Frota Nacional (Setembro 2018)

- 01 - Frota por UF e Tipo de Veículo
- 02 - Frota por UF e Ano de Fabricação
- 03 - Frota por Município e Tipo

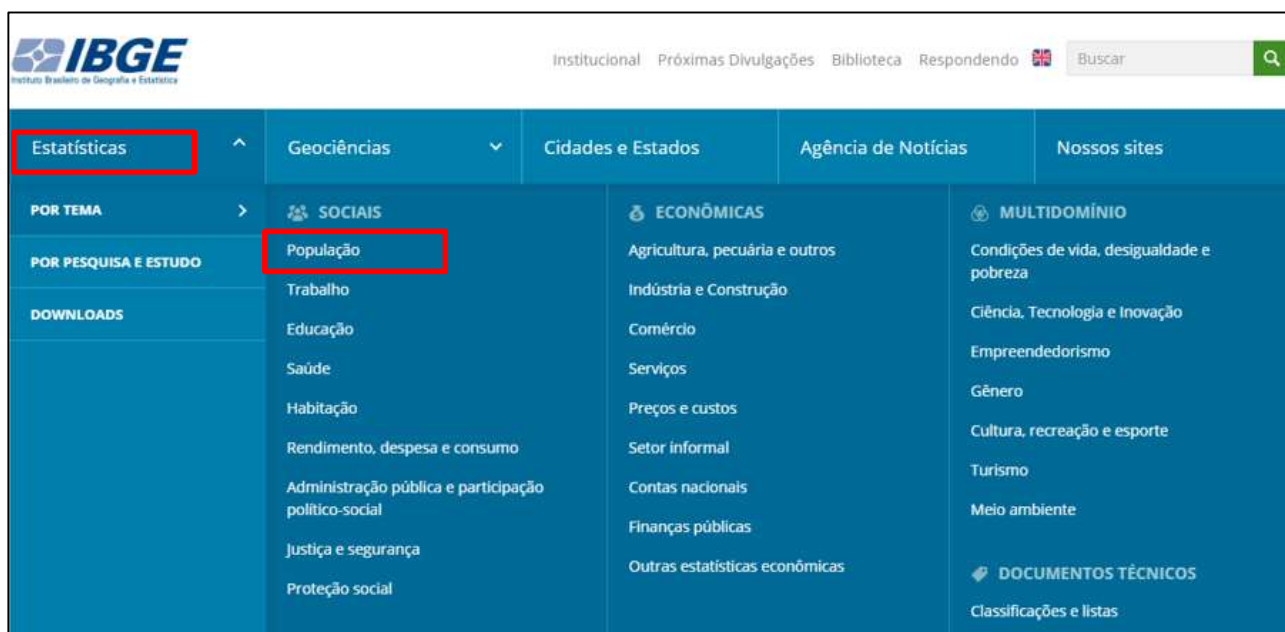
Frota Nacional (Agosto 2018)

- 01 - Frota por UF e Tipo de Veículo

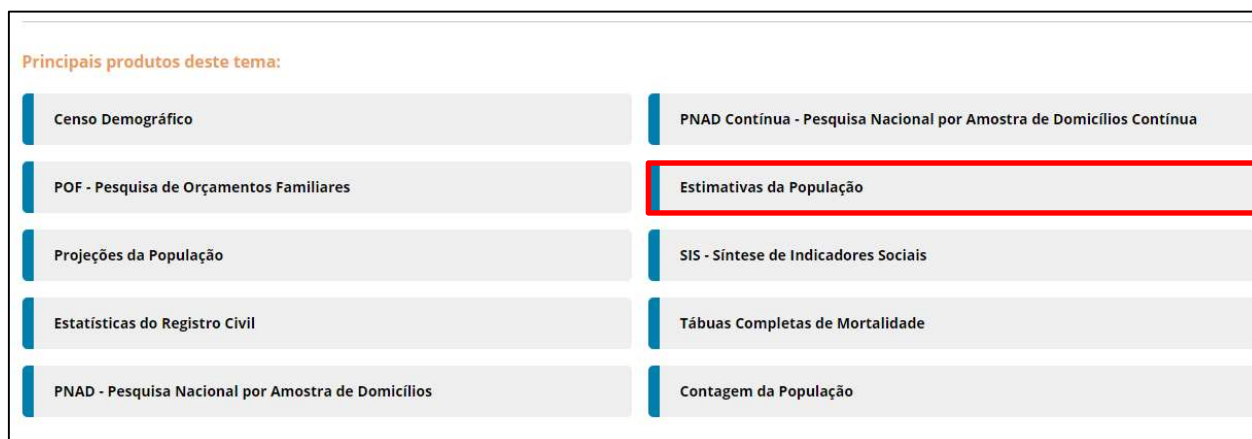
É importante ressaltar que os valores referentes à caminhões correspondem às somas do número de caminhões, caminhões tratores e camionetas. Para ônibus, correspondem às somas do número de micro-ônibus e ônibus. Para automóveis, correspondem às somas do número de utilitários, automóveis e caminhonetes. Para Motos, correspondem às somas do número de ciclomotores, motocicletas, motonetas, quadriciclos e triciclos.

- Taxa de Ajuste Pedestres

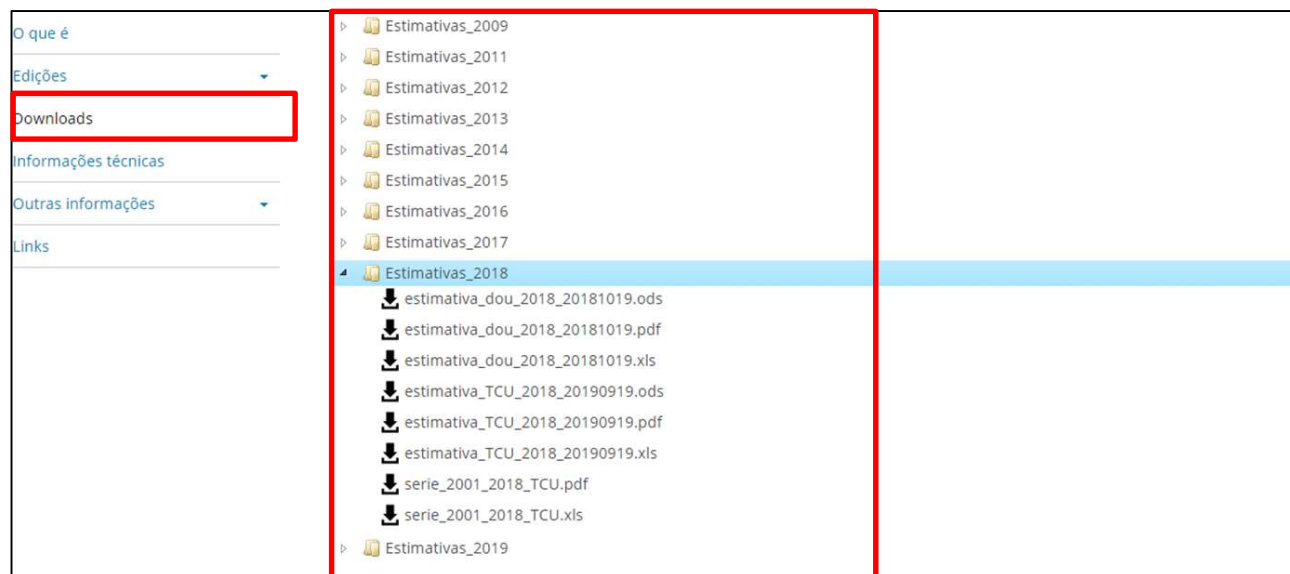
1º Passo: Acesso aos dados populacionais do IBGE:



2º Passo: Acesso ao link “Estimativas de População”:



3º Passo: Acesso à aba “Downloads” e seleção dos anos desejados (ano contagem original e ano de referência para taxa de ajuste):



Obtidos os dados dos anos desejados, obtém-se o coeficiente de taxa de ajuste aplicando-se a expressão:

$$\text{Taxa de ajuste} \Rightarrow \frac{\text{fluxo mês de referencia}}{\text{fluxo mês de contagem}}$$

Exemplo de aplicação da formula da taxa de ajuste da frota de veículos e fluxo de pedestres.

Fluxo junho/2010						
Cidade	Parametro	Caminhões	Ônibus	Automóveis	Motos	Pedestres
cidade x	Frota jun.2010	1.579	3.775	1.922	1.563	4.235

Fluxo Setembro/2018						
Cidade	Parametro	Caminhões	Ônibus	Automóveis	Motos	Pedestres
cidade x	Frota set.2018	3.037	5.607	2.780	2.609	5.693

Taxa de ajuste	1,92	1,49	1,45	1,67	1,34
----------------	------	------	------	------	------

Fonte: Elaborado pelo autor.

Calculadas as taxas de ajustes, multiplica-se pelos valores apurados nas contagens a serem atualizadas:

Exemplo de aplicação da taxa de ajuste em tabela de contagem volumétrica.

	Hora	Caminhões	Ônibus	Automóveis	Motos	Pedestres
Manhã	7:00 às 7:15	103	36	995	132	80
	7:15 às 7:30	142	14	816	73	72
	07:30 às 7:45	178	17	752	52	69
	07:45 às 8:00	179	36	588	63	50
	8:00 às 8:15	183	30	500	50	46
	8:15 às 8:30	143	25	493	42	40
	8:30 às 8:45	142	20	453	39	32
	8:45 às 9:00	172	14	400	35	32

	Hora	Caminhões	Ônibus	Automóveis	Motos	Pedestres
Manhã	7:00 às 7:15	198	53	1.439	220	108
	7:15 às 7:30	273	21	1.180	122	97
	07:30 às 7:45	342	25	1.088	87	93
	07:45 às 8:00	344	53	850	105	67
	8:00 às 8:15	352	45	723	83	62
	8:15 às 8:30	275	37	713	70	54
	8:30 às 8:45	273	30	655	65	43
	8:45 às 9:00	331	21	579	58	43

Fonte: Elaborado pelo autor.

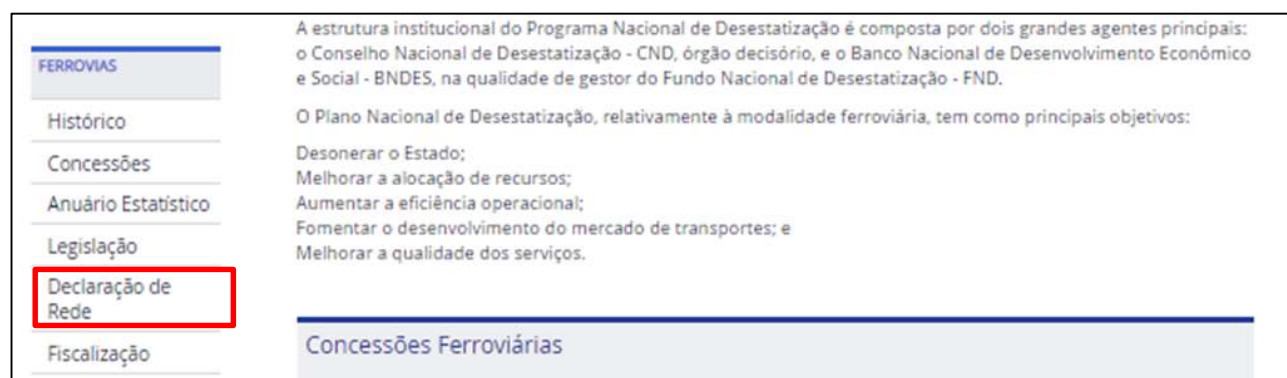
2.2.2 Atualização de dados relativos ao volume de trens

A quantidade de trens que trafegam pelas PN's foi apurada através da Declaração de rede da ANTT, que é de livre consulta no site da Agência:

1º Passo: Acesso à aba “FERROVIAS” no site da ANTT (www.antt.gov.br):



2º Passo: Acesso à aba “DECLARAÇÃO DE REDE”:



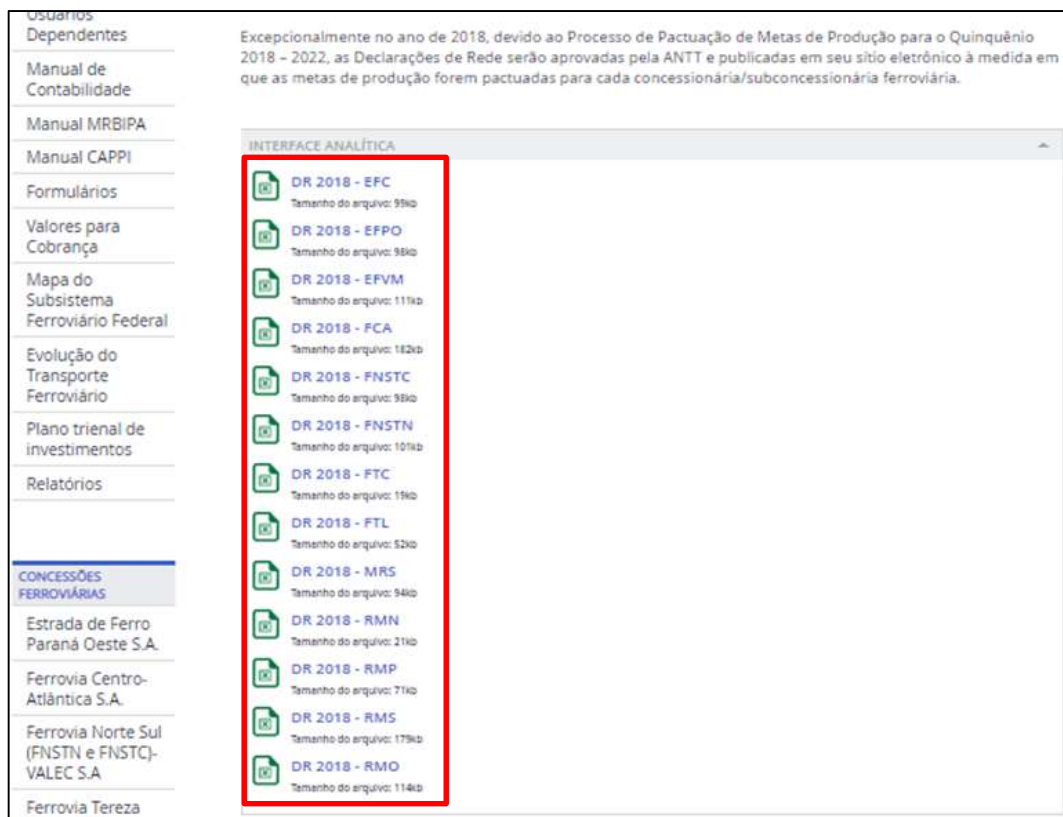
The screenshot shows a web interface with a sidebar menu on the left and a main content area on the right. The sidebar menu is titled "FERROVIAS" and includes the following items: "Histórico", "Concessões", "Anuário Estatístico", "Legislação", "Declaração de Rede" (highlighted with a red box), and "Fiscalização". The main content area contains text about the institutional structure of the National Program of Privatization, mentioning the National Council of Privatization (CND) and the National Bank of Economic and Social Development (BNDES). It also lists the main objectives of the National Plan of Privatization, such as relieving the state, improving resource allocation, increasing operational efficiency, and promoting the development of the transport market.

3º Passo: Acesso ao link “DECLARAÇÃO DE REDE DE 2018”:



The screenshot shows a web interface with a sidebar menu on the left and a main content area on the right. The sidebar menu is titled "A ANTT" and includes the following items: "Institucional", "Agenda de Autoridades", "Reuniões de Diretoria", "Distribuição de Processos", "Legislação", "Eventos", and "Manual de Identidade Visual". The main content area is titled "Declaração de Rede" and contains a list of links for the years 2013 through 2018. The link "DECLARAÇÃO DE REDE DE 2018" is highlighted with a red box.

4º Passo: Download da Declaração de Rede em arquivo formato xls correspondente à Concessionária responsável pelo trecho ferroviário onde a PN em estudo está inserida:



5º Passo: Localiza-se a linha e intervalo “Entre Pátios” onde a PN em estudo está inserida:

25	FCA	2018	Eng. Bhering - Divinópolis	Carmo da Mata (ECM), km 511,894	Gonçalves Ferreira (EGF), km 525,062
26	FCA	2018	Eng. Bhering - Divinópolis	Gonçalves Ferreira (EGF), km 525,062	Paulo Menicucci (EWD), km 552,027
27	FCA	2018	Eng. Bhering - Divinópolis	Paulo Menicucci (EWD), km 552,027	Divinópolis (EDV), km 563,204

6º Passo: As colunas “Capacidade Vinculada Crescente” e “Capacidade Vinculada Decrescente” apresentam o número de trens que trafegam nos dois sentidos do trecho ferroviário em estudo. A quantidade total de trens por dia será dada pela soma das duas colunas.

Capacidade Instalada Decrescente	Capacidade Vinculada Crescente	Capacidade Vinculada Decrescente	Capacidade Ociosa Crescente
12,54	3,22	3,22	9,32
12,77	0	0	12,77
32,72	2,64	2,64	30,08

2.2.3 Levantamento das características da travessia

a) Visibilidade

Foi considerado a distância de visibilidade mínima da passagem em nível.

Exemplo de visibilidade.

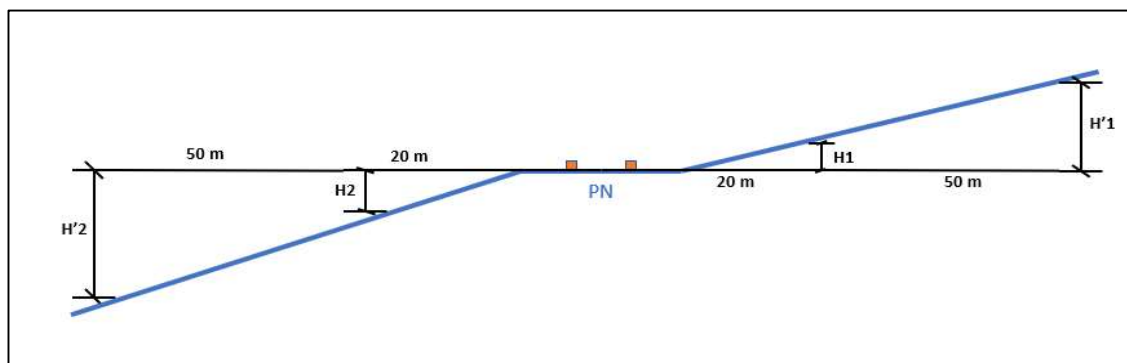


Fonte: Google Earth.

b) Rampa máxima de aproximação da via pública

Foi considerada a maior inclinação observada nos intervalos entre dois pontos, localizados a 20 e 50 metros do eixo da PN, em cada sentido da via pública.

Exemplo de rampa máxima.



Fonte: Elaborado pelo autor.

c) Velocidade máxima autorizada (VMA) do trem

Assim como a quantidade de trens, a VMA do trem foi obtida através de consulta à Declaração de Rede da ANTT:

1º Passo: Acesso à Declaração de Rede conforme determinação do número de trens (item 2.2.2).

2º Passo: Acesso à aba “Entre Trechos”:

25	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 57	35,600 à 36,460	Rígida	134,286 à 145,410	
26	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 45	36,460 à 40,090	Flexível	145,410 à 148,025	
27	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 57	40,090 à 43,309	Rígida	148,025 à 156,285	
Entre Pátios Entre Trechos Trem Tipo Terminais Posto de Abastecimento Locais de Mar ...								

3º Passo: Da coluna “VMA Trem Carregado” – “VMA (km/h)” retira-se a VM

Gabarito Vertical		VMA Trem Carregado		VMA Trem Vazio	
Gabarito (m)	Faixa km	VMA (km/h)	Faixa km	VMA (km/h)	Faixa km
4,63	0,000 à 244,567	45	0,000 à 55,914	45	0,000 à 55,914
0		35	55,914 à 244,567	35	55,914 à 244,567
4,63	259,722 à 412,000	50	259,722 à 270,080	50	259,722 à 270,080
4,02	0,000 à 9,124	40	0,000 à 9,124	40	0,000 à 9,124

d) Número de vias férreas na passagem em nível

Foram levantadas as quantidades de linhas férreas em cada passagem em nível.

e) Velocidade máxima autorizada (VMA) na via pública dos veículos

Foram observadas as indicações de velocidades máximas autorizadas constantes em placas indicativas próximas às PN`s.

f) Condições do pavimento

Foram observadas a situação atual da pavimentação das vias nas PN`s, classificando-se a condição do pavimento conforme descrito a seguir:

- Regular: pavimento não apresenta nenhuma patologia, está em perfeito estado de conservação:

Passagem com pavimento regular.



Fonte: Google Earth.

- Irregular: pavimento em estado de conservação ruim, ocasionando trepidações no veículo e consequente desconforto ao motorista.

Passagem com pavimento irregular



Fonte: Google Earth.

- Inexistente: nenhum tipo de pavimento na via.

Passagem sem pavimentação.



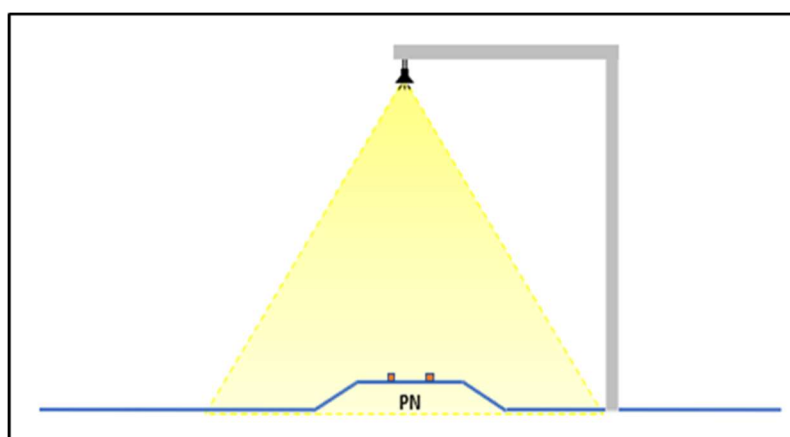
Fonte: Google Earth.

g) Iluminação

Foram observadas a iluminação nas PN's, classificando-se cada condição de iluminação conforme descrito a seguir:

- Eficiente: iluminação suficiente para a visualização total da PN.

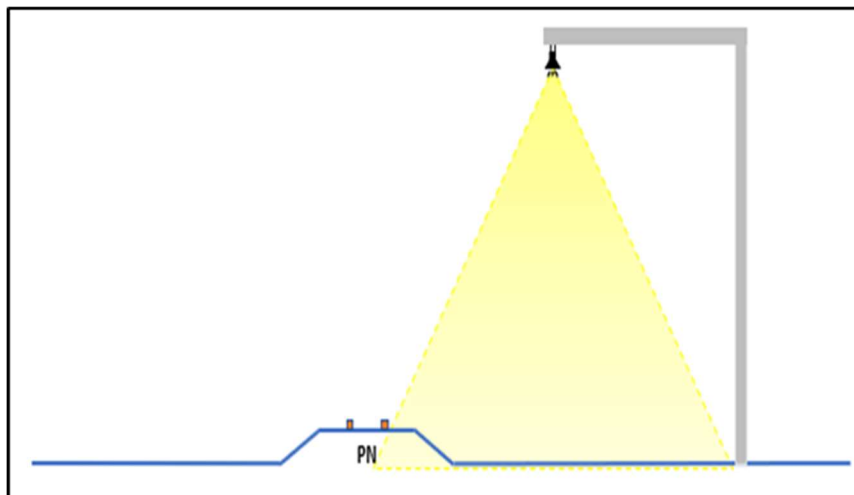
Exemplo das condições de iluminação eficiente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

- Insuficiente: iluminação satisfatória apenas para a visualização parcial da PN.

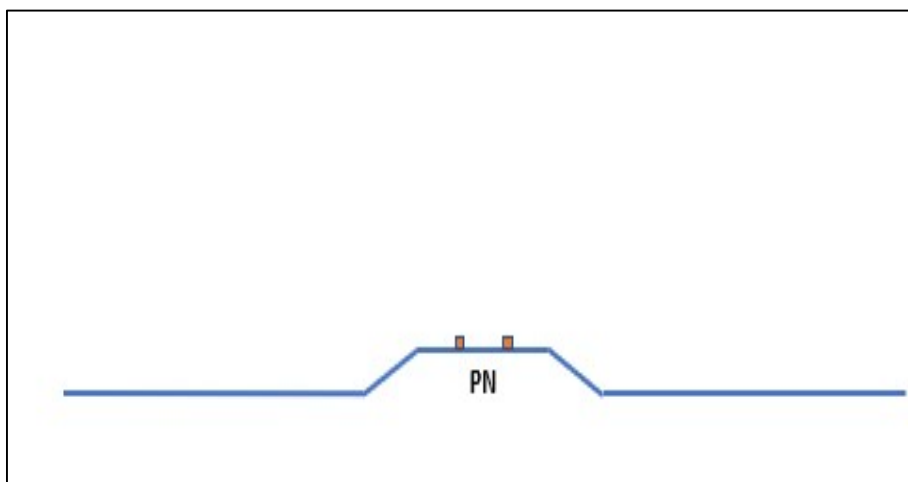
Exemplo das condições de iluminação insuficiente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

- Inexistente: ausência de iluminação na PN.

Exemplo das condições de iluminação inexistente.

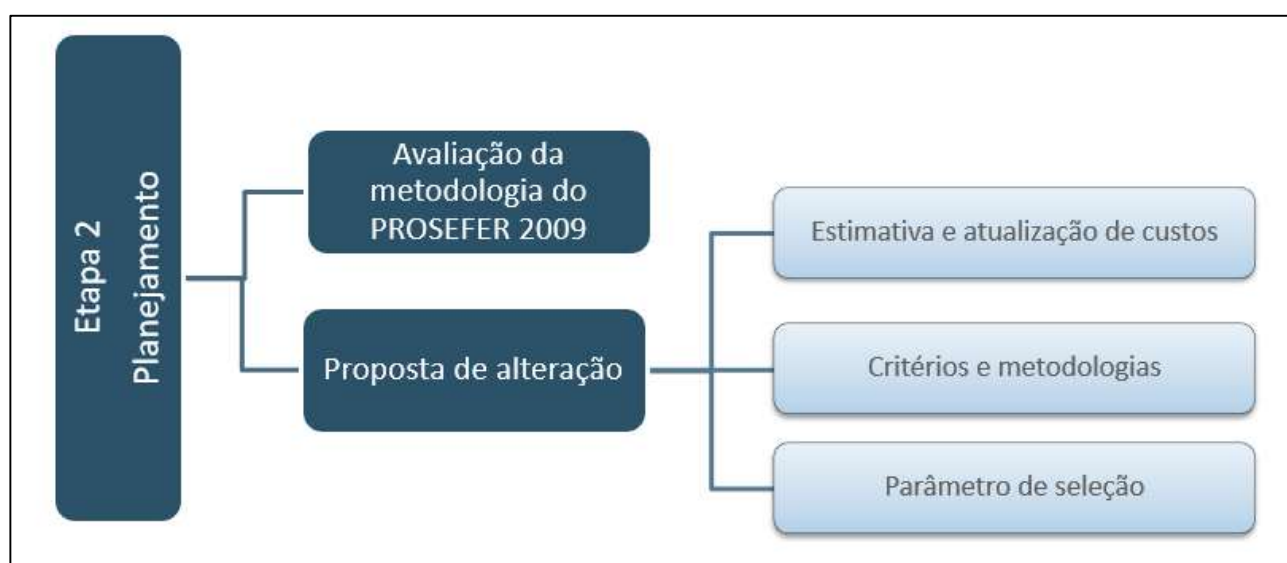


Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3 Etapa 2 – Planejamento

Nessa etapa após estudado os métodos e critérios utilizados no desenvolvimento do PROSEFER 2009, foi escolhida a metodologia adotada para a estimativa e atualização de custos das soluções indicadas para cada empreendimento, definido o Grau de Importância (GI) (NBR 7613/2019), como o parâmetro de seleção que indicará quais empreendimentos necessitam de soluções de intervenção e, ao final, foram propostas alterações de critérios e metodologia para determinar a ordem de prioridade dos empreendimentos com indicações de intervenção. As atividades realizadas estão exibidas a seguir.

Planejamento – Etapa 2.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.1 Custos de empreendimentos do PROSEFER 2009

Para levantar os custos dos empreendimentos o PROSEFER 2009 estimou o valor de cada obra indicada pelo Programa, como possível intervenção necessária à solução de conflitos ferroviários em área urbana, por meio da utilização de custos paramétricos para execução de determinadas obras-tipo.

Como algumas das características geométricas das soluções apresentadas no Programa não são usuais nos atuais projetos da DIF (PS e PI de pista simples e PP com quase 100 m de extensão), para a realização da atividade de atualização dos custos referenciais foram relacionados os projetos e

obras já desenvolvidos por essa Diretoria, afim de possibilitar a obtenção do custo médio para a execuções de projetos e obras a serem aplicados na atualização dos valores apresentados pelo PROSEFER 2009.

2.3.2 Atualização dos custos referenciais

A seguir são apresentados os procedimentos adotados para a atualização dos custos referenciais utilizados no Programa.

Para efeito de simplificação e compatibilização com o PROSEFER 2009, as soluções de PI e PS foram consideradas obras de Transposição à Via Férrea, visto que na ausência de levantamento topográfico e geotécnico seria impreciso estabelecer qual tipo de solução a ser empregada.

a) Projetos ferroviários - transposições

Foram levantados 13(treze) projetos contratados pela DIF cuja extensão média das obras é da ordem de 30 m (trinta metros). Os valores dos referidos projetos foram atualizados por meio do Índice de Consultoria apresentado na tabela de reajustamento de obras do DNIT, a data-base adotada foi nov./2017.

Como alguns dos projetos previam o desenvolvimento de mais de uma OAE, para a obtenção do valor médio, o valor total foi transformado para a Unidade Custo por Transposição (R\$/Transposição) afim de representar a elaboração do Projeto Executivo por unidade de OAE.

b) Projetos ferroviários - contornos

Foram levantados 7 (sete) projetos contratados pela DIF cuja extensão das obras variavam de 8 (oito) a 20 km (vinte quilômetros). Os valores dos referidos projetos foram atualizados por meio do Índice de Consultoria apresentado na tabela de reajustamento de obras do DNIT, a data-base adotada foi nov./2017.

Para a obtenção do valor médio, o valor total foi transformado para a Unidade Custo por Quilometro (R\$/km). Cabe salientar que esse valor pode ser aplicado também a Variantes Ferroviárias.

c) Obras de transposições ferroviárias

Foram levantados 9 (nove) projetos de obras de transposição da DIF, cuja largura média das obras é da ordem de 12 m (doze metros). As informações foram extraídas dos projetos de contornos ferroviários, aprovados pela DIF e os custos de construção foram especialmente relacionados às obras de transposição. Os valores dos referidos projetos foram atualizados por meio do Índice de Obras de Arte Especiais apresentado na tabela de reajustamento de obras do DNIT, a data-base adotada foi nov./2017.

Para a obtenção do valor médio, o valor total foi transformado para a Unidade Custo por Extensão de Obra (R\$/m) afim de representar a elaboração do Projeto Executivo por unidade de OAE. Cabe salientar que o referido valor abrange apenas as obras civis para a implantação do empreendimento.

d) Obras de contornos ferroviários

Foram levantados 7 (sete) projetos de obras de contornos ferroviários aprovados pela DIF. Os valores dos referidos projetos foram atualizados utilizando-se a tabela de reajustamento de obras do DNIT, por meio do Índice correspondente aos serviços relacionados no resumo orçamentário apresentado em cada projeto, a data-base adotada foi nov./2017.

Para a obtenção do valor médio, o valor total foi transformado para a Unidade Custo por Extensão de Obra (R\$/km) afim de representar o custo médio para a construção de um contorno ferroviário ou variante na unidade de extensão

2.3.3 Custos médios de empreendimentos ferroviários

Na tabela a seguir é apresentado os custos médios dos empreendimentos ferroviários sugeridos pelo PROSEFER como possível solução de conflitos urbanos. O valor apresentado para a obra referente a Passarelas de Pedestres (PP) foi obtido por meio do documento intitulado “Metodologia para Definições das Obras de Interesse Público” da ANTT, que define o valor de R\$1.200,00 (mil e duzentos reais) para a construção de uma unidade desse tipo de obra. O referido documento informa que esse valor foi obtido através de médias das atualizações da ANTT envolvendo passarelas, a data base de atualização foi nov./2015. O custo da passarela foi atualizado

utilizando-se a tabela de reajustamento de obras do DNIT, por meio do Índice de Obras de Arte Especiais.

Resumo dos custos médios dos empreendimentos ferroviários.

TABELA DE CUSTOS MÉDIOS DE EMPREENDIMENTOS FERROVIÁRIO		DATA-BASE set./18	
TIPO DE EMPREENDIMENTO	UNIDADE DO PREÇO MÉDIO		
	R\$/km	R\$/Transposição R\$/Obra	R\$/m²
PROJETOS FERROVIÁRIOS			
PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO PARA OBRAS DE TRANSPOSIÇÕES (8m x 30m)		409.600,00	1.700,00
PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO PARA CONTORNO OU VARIANTE	173.500,00		
OBRAS FERROVIÁRIAS			
OBRAS DE CONTORNOS FERROVIÁRIOS	10.227.000,00		
OBRAS DE TRANSPOSIÇÕES À VIA FÉRREA (extensão 30m)		10.411.000,00	
OBRAS DE PASSARELA DE PEDESTRES		1.300.000,00	

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.4 Custos totais dos empreendimentos ferroviários

Para realizar a priorização dos empreendimentos indicados pelo PROSEFER, uma das variáveis necessárias a ser levantada foi a estimativa do Custo do Empreendimento, ou seja, o valor total pra a implantação de cada obra ou conjunto de obras, apresentadas como indicação de solução dos conflitos estudados, bem como, alguns custos indiretos para essa execução. Na metodologia utilizada pelo Programa os valores totais para implantação dos empreendimentos foram estimados, tomando como base os seguintes custos: Projeto; Obra; Desapropriação; Supervisão de Obras e Gestão Ambiental.

No levantamento dos custos dos empreendimentos foram utilizados dois métodos diferentes:

- Método 1: Utilizado para empreendimentos com estudo/projetos aprovados na DIF:
 - a. Valor da obra: EVTEA/Básico/Executivo;
 - b. Supervisão: 5% da obra;
 - c. Gestão ambiental: 5% da obra;
 - d. Desapropriação: valor retirado dos estudos ou projetos já aprovados pela DIF.

Nos casos em que essa informação não constava nos referidos volumes, foi utilizada a premissa apresentada no Método 2.

- Método 2: Utilizado com custos médio gerenciais, obtidos através de médias e análises de empreendimentos já executados pelo DNIT, conforme apresentados na tabela a seguir.
 - Valor da obra (Custo Gerencial). De acordo com o tipo de solução indicada, adotou-se os valores apresentados na tabela dos custos médios dos empreendimentos, exibida no item 2.3.3, do presente relatório.
 - Supervisão: 5% da obra;
 - Gestão ambiental: 5% da obra;
 - Desapropriação: Para alguns empreendimentos foi adotada a informação indicada pelo PROSEFER 2009, seguida da devida atualização monetária. Em outros casos, o valor foi estimado através de pesquisa do valor médio do custo da área rural da região onde será implementado o empreendimento.

No quadro abaixo é apresentada a forma de obtenção da estimativa do custo total para os empreendimentos.

Forma de obtenção do valor total para os empreendimentos ferroviários.

VALOR TOTAL DOS EMPREENDIMENTOS		DATA-BASE	Set./18
ITEM	UNIDADE DO PREÇO MÉDIO		
	R\$/km	R\$/Transposição R\$/Obra	R\$/m²
PROJETOS			
PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO PARA OBRAS DE TRANSPOSIÇÕES (extensão 30m)		409.600,00	1.700,00
PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO PARA CONTORNO OU VARIANTE	173.500,00		
OBRAS			
OBRAS DE CONTORNOS FERROVIÁRIOS	10.227.000,00		
OBRAS DE TRANSPOSIÇÕES À VIA FÉRREA (extensão 30m)		10.411.000,00	
OBRAS DE PASSARELA DE PEDESTRES		1.300.000,00	
OUTROS			
DESAPROPRIAÇÃO	Método 1 ou Método 2		
SUPERVISÃO DE OBRAS	5% do valor da OBRA		
GESTÃO AMBIENTAL	5% do valor da OBRA		

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.5 Definição do parâmetro de seleção

O parâmetro utilizado para selecionar, dentre os empreendimentos indicados pelo PROSEFER 2009, quais necessitam de solução de intervenção, foi retirado na norma ABNT NBR 7613/2019, que trata de Travessias Rodoviárias através de via férrea. Foi definido que o índice Grau de Importância (GI) seria o fator de identificação de empreendimentos prioritários.

O grau de importância é um fator que define o nível de intervenção de uma passagem em nível (PN), e conforme a norma, para passagens em nível com $GI > 50.000$, recomenda-se estudar a viabilidade de construção de passagem em desnível, em substituições da PN.

É calculado conforme a seguinte equação:

$$GI = f \times T \times V$$

Onde:

f - é o fator representativo das condições de visibilidade, localização e trânsito da PN. Será calculado através do item 6.2 da referida Norma;

T - é a quantidade de trens, em ambos os sentidos, por dia;

V - é o volume de veículos rodoviários, em ambos os sentidos, por dia.

A seguir, será apresentada a metodologia para obtenção dos valores necessários para o cálculo do GI:

a) Cálculo do volume de veículos rodoviários (V)

Para o cálculo do volume de veículos, utilizou-se as orientações exibidas na norma ABNT NBR 7613/2019, Anexo C - Contagem volumétrica.

Utilizando-se os dados obtidos na atualização do PROSEFER referente a etapa de levantamento de informações (Etapa 1), calculou-se o volume de tráfego relacionado ao fluxo de veículos na PN. Como o volume de veículos é composto por tráfego misto, os veículos foram convertidos para a mesma unidade, denominada de veículo equivalente ou fator de equivalência

Nota-se que a equação do GI não faz distinção quanto ao tipo de veículo (automóvel, caminhão, ônibus, moto etc.). A norma ABNT NBR 7613/2019, em seu “Anexo D – Fatores de equivalência”, apresenta metodologia para a determinação de veículos equivalentes.

- Veículos equivalentes

Por não haver indicação sobre qual dos índices a serem utilizados como fator de equivalência, na referida Norma, o PROSEFER adotou a média dos valores apresentados por órgãos e manuais da área, conforme tabela acima. Para motocicletas, a norma não apresenta nenhuma indicação, o Programa adotou o fator de 0,5.

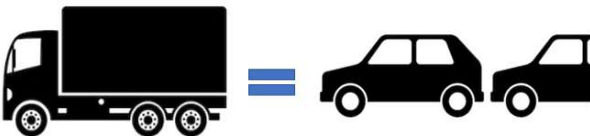
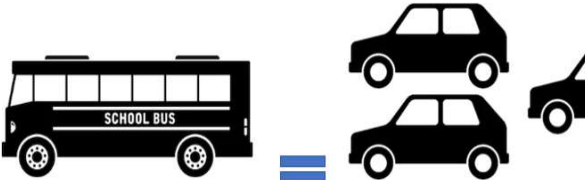
Tabela para cálculo do fator de equivalência veicular.

Categoria Veicular	Denatran	CET	HCM	Webster	<i>Média adotada</i>
Automóvel de passeio	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Caminhão leve	1,00	2,00	1,50	1,00	1,5625
Caminhão médio ou pesado	1,75	2,00	1,50	1,75	
Ônibus	2,25	2,00	2,00	2,25	2,125
Motocicletas	-	-	-	-	0,5

Fonte: Adaptado da NBR 7613.

A figura abaixo ilustra o esquema da equivalência:

Ilustração do fator de equivalência

	1 carro corresponde a 1 carro;
	1 caminhão corresponde a 1,5625 carro;
	1 ônibus corresponde a 2,121 carro;
	1 moto corresponde a 0,5 carro.

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Volume de tráfego diário

Na obtenção do volume diário, utiliza-se o volume de hora de pico, uma vez que, neste período, a via recebe maior valor de tráfego ao longo do dia, podendo atingir sua capacidade plena.

O volume de hora de pico não é uniforme. Para esta hora são separados quatro intervalos de 15 minutos consecutivos, sendo escolhido o período dentre a amostra com maior valor para o cálculo referido (V15max).

O volume é composto por tráfego misto, dessa forma, os veículos devem ser convertidos para a mesma unidade, denominada de veículo equivalente ou fator de equivalência (conforme exibido no item anterior).

Para o cálculo do V15max, é necessário multiplicar o valor apurado na contagem pelo fator de equivalência, conforme equação a seguir:

$$V15max \Rightarrow C * fc + O * fo + A * fa + M * fm$$

Onde:

C - Quantidade de caminhões

fc - Fator de equivalência para caminhões

O - Quantidade de ônibus

fo - Fator de equivalência para ônibus

A - Quantidade de automóveis

fa - Fator de equivalência para automóveis

M - Quantidade de motos

fm - Fator de equivalência para motos

Na equivalência de veículo a norma não utiliza os valores da contagem de pedestres. A seguir é dado o exemplo de tabela preenchida com suas respectivas equações:

Exemplo de Tabela de contagem volumétrica

Estudo de Viabilidade Socioeconômico para solucionar o conflito ferroviário										
Contagens volumétricas e classificatórias de tráfego										
Município :										
Local :						Código:				
Coordenadas :										
Data:				Dia da semana:						
Hora		Caminhões	fc	Ônibus	fo	Automóveis	fa	Motos	fm	V15
Manhã	7:00 às 7:15	103	1,5625	36	2,125	995	1,00	132	0,5	1.298
	7:15 às 7:30	142	1,5625	14	2,125	816	1,00	73	0,5	1.104
	07:30 às 7:45	178	1,5625	17	2,125	752	1,00	52	0,5	1.092
	07:45 às 8:00	179	1,5625	36	2,125	588	1,00	63	0,5	976
	8:00 às 8:15	183	1,5625	30	2,125	500	1,00	50	0,5	875
	8:15 às 8:30	143	1,5625	25	2,125	493	1,00	42	0,5	791
	8:30 às 8:45	142	1,5625	20	2,125	453	1,00	39	0,5	737
	8:45 às 9:00	172	1,5625	14	2,125	400	1,00	35	0,5	716
Meio dia	12:00 às 12:15	189	1,5625	12	2,125	780	1,00	88	0,5	1.145
	12:15 às 12:30	155	1,5625	18	2,125	509	1,00	94	0,5	836
	12:30 às 12:45	153	1,5625	20	2,125	567	1,00	99	0,5	898
	12:45 às 13:00	94	1,5625	29	2,125	734	1,00	67	0,5	976
	13:00 às 13:15	143	1,5625	16	2,125	702	1,00	56	0,5	987
	13:15 às 13:30	142	1,5625	25	2,125	700	1,00	55	0,5	1.003
	13:30 às 13:45	172	1,5625	14	2,125	691	1,00	42	0,5	1.011
	13:45 às 14:00	189	1,5625	11	2,125	632	1,00	39	0,5	970
Tarde	18:00 às 18:15	153	1,5625	19	2,125	730	1,00	77	0,5	1.048
	18:15 às 18:30	179	1,5625	21	2,125	786	1,00	109	0,5	1.165
	18:30 às 18:45	183	1,5625	24	2,125	958	1,00	165	0,5	1.377
	18:45 às 19:00	120	1,5625	22	2,125	905	1,00	159	0,5	1.219
	19:00 às 19:15	143	1,5625	26	2,125	865	1,00	90	0,5	1.189
	19:15 às 19:30	142	1,5625	24	2,125	800	1,00	85	0,5	1.115
	19:30 às 19:45	142	1,5625	37	2,125	759	1,00	80	0,5	1.100
	19:45 às 20:00	178	1,5625	21	2,125	702	1,00	76	0,5	1.063
							V15max		1.377	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O volume de hora de pico (Vhp) é obtido através da equação:

$$Vhp \Rightarrow V15 \max \times 4$$

Por fim, o volume diário de tráfego na PN será calculado através da equação:

$$\text{Volume diário} \Rightarrow V_{hp} \times 24$$

No exemplo da tabela acima, $V_{15\max} = 1.377$, portanto $V_{hp} = 5.508$ e V diário = 132.192.

a) Cálculo do número de trens dia (T)

Outro fator necessário à realização do cálculo do GI é a determinação do volume de trens que transitam diariamente na PN. A forma de levantamento desse dado já foi explanada no item 2.3 (Etapa 1 – Levantamento de Informações), subitem 2.3.2 (Atualização dos dados relativos ao volume de trens), do presente relatório.

b) Cálculo do fator de representatividade das condições de visibilidade, localização e trânsito da PN (f):

Essa variável baseia-se na metodologia apresentada na Tabela 2 – Cálculo de f, item 6.2 da Norma ABNT NBR 7613/2019.

De posse dos dados explanados no presente relatório, no item 2.2 (Etapa 1 – Levantamento de Informações), subitem 2.2.3 (Levantamento das características da travessia) e subitem 2.2.1 (Atualização dos dados relativos ao volume de veículos), calcula-se o valor do referido fator.

A figura a seguir exemplifica a utilização da tabela para o cálculo de f. O resultado se dá pela soma de todos os fatores dividido por 100.

Tabela para o cálculo do f.

Característica da travessia	Valor		Peso de importância	Valor Final (2ª coluna x 3ª coluna)
1ª Coluna	2ª Coluna		3ª Coluna	4ª Coluna
Visibilidade	Acima de 300m	2	10	40
	(150 a 300) m	3		
	Abaixo de 150 m	4		
Rampa Máxima de aproximação da via pública	Abaixo de 3%	2	7	21
	(3 a 5) %	3		
	Acima de 5%	4		
Velocidade máxima autorizada (VMA) do trem	Abaixo de 40 km/h	2	6	12
	(40 a 80) km/h	3		
Número de vias férreas	Via Simples	2	5	10
	Via Dupla	3		

	Via Tripla ou mais	4		
VMA na via pública	Abaixo de 50 km/h	2	5	10
	(50 a 80) km/h	3		
Trânsito de ônibus	Até 5%	2	5	10
	(5 a 20) %	3		
	Acima de 20%	4		
Trânsito de caminhões	Até 5%	2	4	8
	(5 a 20) %	3		
	Acima de 20%	4		
Condições do pavimento	Regular	2	6	12
	Irregular	3		
	Inexistente	4		
Trânsito de pedestre	Até 5%	2	2	8
	(5 a 20) %	3		
	Acima de 20%	4		
Iluminação	Eficiente	0	2	0
	Insuficiente	3		
	Inexistente	4		

Fonte: Modelo extraído da NBR 7613/2019.

O cálculo de percentual de trânsito, para efeito de enquadramento na tabela é explanado a seguir.

- Trânsito de ônibus: Com os dados apurados na contagem de tráfego, calcula-se a porcentagem do tráfego de ônibus comparada aos outros tipos de veículos que transitam na via. Para este cálculo, é necessário dividir o valor apurado da categoria pela somatória do trânsito dos veículos, desconsiderando a quantidade de pedestres, conforme exemplo a seguir.

Exemplo do cálculo percentual do Trânsito de Ônibus.

	Hora	Caminhões	Ônibus	Automóveis	Motos	Pedestres
Manhã	7:00 às 7:15	103	36	995	132	80
	7:15 às 7:30	142	14	816	73	72
	07:30 às 7:45	178	17	752	52	69
	07:45 às 8:00	179	36	588	63	50
	8:00 às 8:15	183	30	500	50	46
	8:15 às 8:30	143	25	493	42	40
	8:30 às 8:45	142	20	453	39	32
	8:45 às 9:00	172	14	400	35	32
Meio dia	12:00 às 12:15	189	12	780	88	82
	12:15 às 12:30	155	18	509	94	75
	12:30 às 12:45	153	20	567	99	69
	12:45 às 13:00	94	29	734	67	63
	13:00 às 13:15	143	16	702	56	52
	13:15 às 13:30	142	25	700	55	46
	13:30 às 13:45	172	14	691	42	40
	13:45 às 14:00	189	11	632	39	32
Tarde	18:00 às 18:15	153	19	730	77	68
	18:15 às 18:30	179	21	786	109	60
	18:30 às 18:45	183	24	958	165	52
	18:45 às 19:00	120	22	905	159	54
	19:00 às 19:15	143	26	865	90	41
	19:15 às 19:30	142	24	800	85	32
	19:30 às 19:45	142	37	759	80	29
	19:45 às 20:00	178	21	702	76	27
TOTAL POR CATEGORIA		3.719	531	16.817	1.867	1.243
TOTAL DE VEÍCULOS		22.934				
% DA CATEGORIA		2%				

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Trânsito de caminhões: Com os dados apurados na contagem de tráfego, deve-se calcular a porcentagem do tráfego de caminhões comparada aos outros tipos de veículos que transitam na via. Para este cálculo, é necessário dividir o valor apurado da categoria pela somatória do trânsito dos veículos, desconsiderando a quantidade de pedestres, conforme exemplo a seguir.

Exemplo do cálculo percentual do Trânsito de Caminhões.

	Hora	Caminhões	Ônibus	Automóveis	Motos	Pedestres
Manhã	7:00 às 7:15	103	36	995	132	80
	7:15 às 7:30	142	14	816	73	72
	07:30 às 7:45	178	17	752	52	69
	07:45 às 8:00	179	36	588	63	50
	8:00 às 8:15	183	30	500	50	46
	8:15 às 8:30	143	25	493	42	40
	8:30 às 8:45	142	20	453	39	32
	8:45 às 9:00	172	14	400	35	32
Meio dia	12:00 às 12:15	189	12	780	88	82
	12:15 às 12:30	155	18	509	94	75
	12:30 às 12:45	153	20	567	99	69
	12:45 às 13:00	94	29	734	67	63
	13:00 às 13:15	143	16	702	56	52
	13:15 às 13:30	142	25	700	55	46
	13:30 às 13:45	172	14	691	42	40
	13:45 às 14:00	189	11	632	39	32
Tarde	18:00 às 18:15	153	19	730	77	68
	18:15 às 18:30	179	21	786	109	60
	18:30 às 18:45	183	24	958	165	52
	18:45 às 19:00	120	22	905	159	54
	19:00 às 19:15	143	26	865	90	41
	19:15 às 19:30	142	24	800	85	32
	19:30 às 19:45	142	37	759	80	29
	19:45 às 20:00	178	21	702	76	27
TOTAL POR CATEGORIA		3.719	531	16.817	1.867	1.243
TOTAL DE VEÍCULOS		22.934				
% DA CATEGORIA		16%				

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Trânsito de pedestres: Com os dados apurados na contagem de tráfego, deve-se calcular a porcentagem do tráfego de pedestres comparada aos tipos de veículos que transitam na via. Para este cálculo, é necessário dividir o valor apurado da categoria pela somatória do trânsito dos veículos, desconsiderando a quantidade de pedestres, conforme exemplo a seguir.

Exemplo do cálculo percentual do Trânsito de Pedestres.

	Hora	Caminhões	Ônibus	Automóveis	Motos	Pedestres
Manhã	7:00 às 7:15	103	36	995	132	80
	7:15 às 7:30	142	14	816	73	72
	07:30 às 7:45	178	17	752	52	69
	07:45 às 8:00	179	36	588	63	50
	8:00 às 8:15	183	30	500	50	46
	8:15 às 8:30	143	25	493	42	40
	8:30 às 8:45	142	20	453	39	32
	8:45 às 9:00	172	14	400	35	32
Meio dia	12:00 às 12:15	189	12	780	88	82
	12:15 às 12:30	155	18	509	94	75
	12:30 às 12:45	153	20	567	99	69
	12:45 às 13:00	94	29	734	67	63
	13:00 às 13:15	143	16	702	56	52
	13:15 às 13:30	142	25	700	55	46
	13:30 às 13:45	172	14	691	42	40
	13:45 às 14:00	189	11	632	39	32
Tarde	18:00 às 18:15	153	19	730	77	68
	18:15 às 18:30	179	21	786	109	60
	18:30 às 18:45	183	24	958	165	52
	18:45 às 19:00	120	22	905	159	54
	19:00 às 19:15	143	26	865	90	41
	19:15 às 19:30	142	24	800	85	32
	19:30 às 19:45	142	37	759	80	29
	19:45 às 20:00	178	21	702	76	27
TOTAL POR CATEGORIA		3.719	531	16.817	1.867	1.243
TOTAL DE VEÍCULOS		22.934				
% DA CATEGORIA		5%				

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.6 Avaliação do parâmetro de seleção

Calculado o GI da PN, define-se a proteção a ser implantada, conforme orientado na Norma ABNT NBR 7613/2019, Tabela 1 – Tipo de Proteção da PN:

$GI \leq 20.000$: Proteção passiva;

$GI > 20.000$: Proteção ativa;

$GI > 50.000$: Estudo de viabilidade para implantação de passagem em desnível ou contorno.

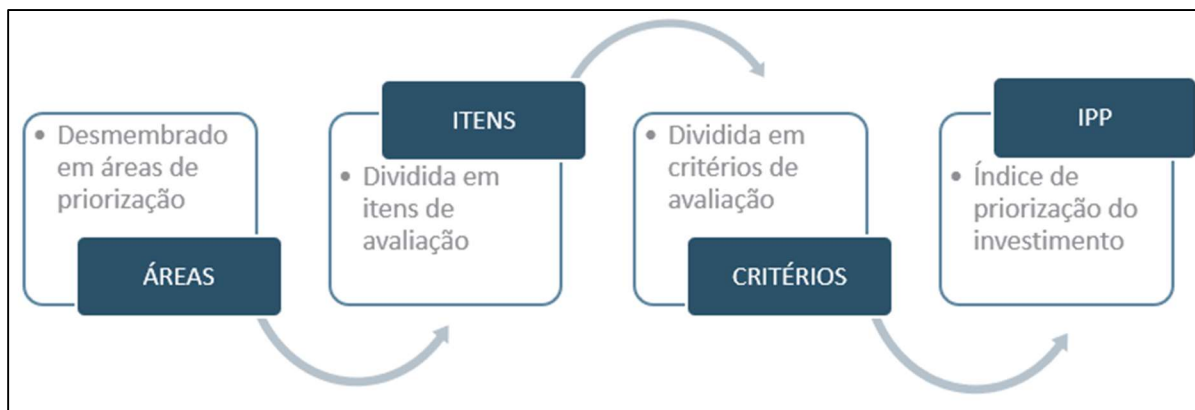
O PROSEFER atuará apenas em passagens em nível, com $GI > 50.000$.

2.3.7 Proposta de alteração da metodologia de priorização

Com o objetivo de classificar por ordem de importância as obras previstas no PROSEFER, foram definidos os novos parâmetros a serem considerados na seleção dos empreendimentos para a composição da carteira de projetos da DIF.

O modelo de avaliação matricial multicritérios foi baseado no método de análise hierárquica AHP, desmembrado em áreas de priorização, divididas em itens de avaliação com seus respectivos critérios e pesos. O fluxo da avaliação multicritérios está representado a seguir.

Fluxo da avaliação multicritério.

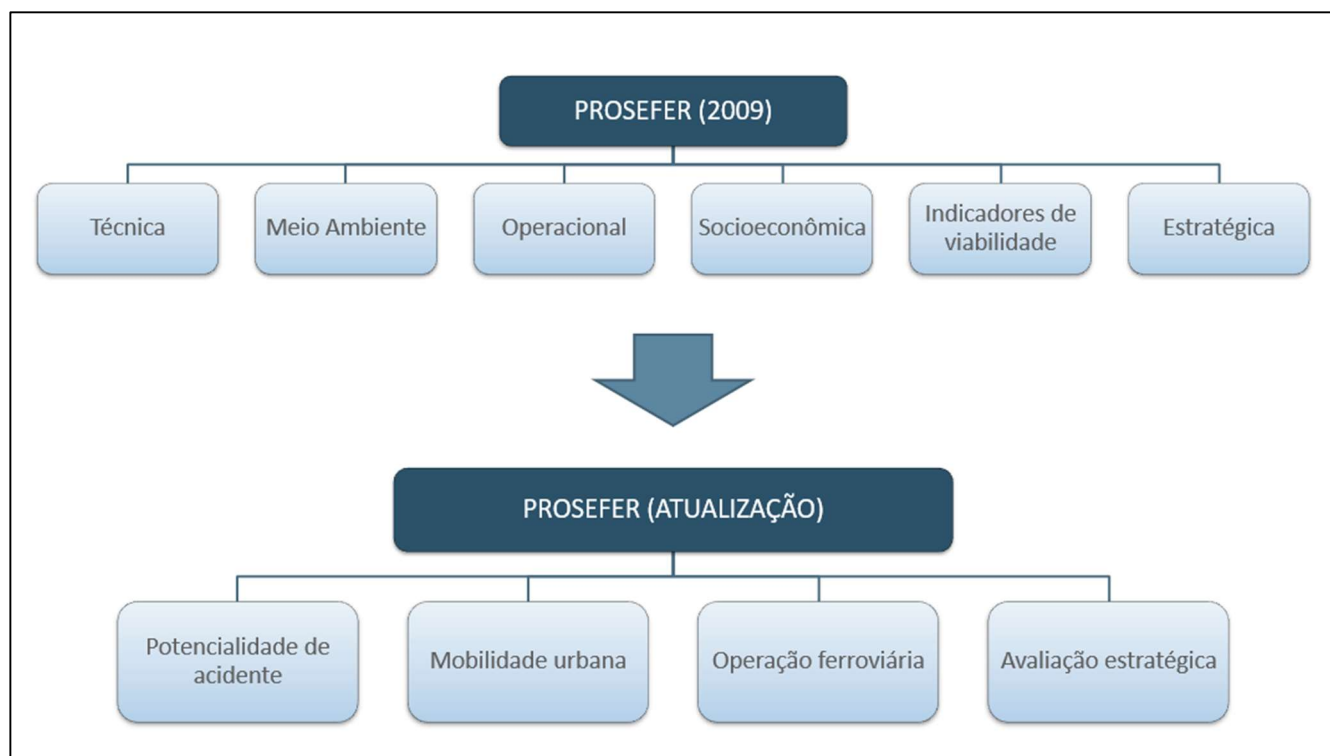


Fonte: Resumido do Volume Metodologia do PROSEFER 2009.

Visando a utilização de variáveis bem distintas e diretamente relacionadas com os empreendimentos ferroviários, as áreas de priorização das intervenções, que originalmente eram 6, ficaram assim definidas: (I) Potencialidade de Acidente; (II) Mobilidade Urbana; (III) Operação Ferroviária e (IV) Avaliação Estratégica. Para cada área foram definidos os conceitos e os itens de avaliação dos indicadores, com os respectivos critérios de avaliação.

A mudança em relação as áreas de priorização indicadas no PROSEFER após a atualização do Programa são ilustradas a seguir.

Áreas de priorização indicadas pelo PROSEFER.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As áreas de priorização definidas durante o desenvolvimento de atualização do Programa, os conceitos de cada área e seus respectivos itens de avaliação, estão explanados no item 2.4 do presente relatório.

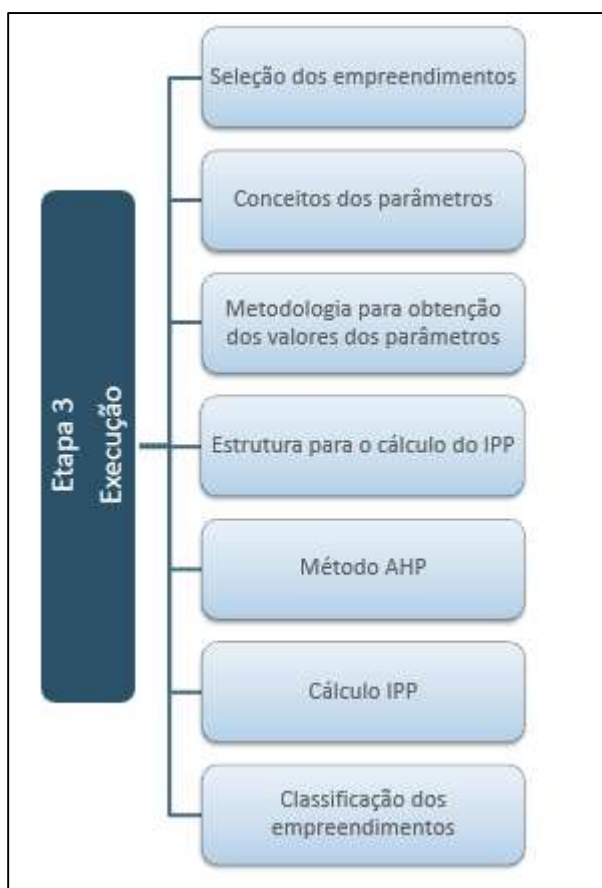
Para o processo da definição do nível de prioridade de cada empreendimento, os parâmetros dos itens de cada área, assim como as próprias áreas de priorização foram pontuados, de forma a considerar a importância que as variáveis representam.

Para tanto, foi necessário o levantamento dos dados relativos aos itens de avaliação de cada área de priorização, os dados que já estavam disponíveis no Prosefer 2019, e necessários na nova metodologia de priorização foram atualizados.

2.4 Etapa 3 – Execução

Nessa etapa foi definida a relação dos empreendimentos contemplados pelo Programa após selecionados por meio do parâmetro Grau de Importância (GI), definidos os conceitos de cada um dos parâmetros concernentes as áreas de priorização e a metodologia para a obtenção dos seus valores, determinada a estrutura da tabela para o cálculo do índice de priorização do PROSEFER (IPP) e o método de análise utilizado para a obtenção dos pesos das áreas de priorização (Método de Análise Hierárquica AHP), exibida a metodologia para o cálculo do IPP e, por fim, apresentada a classificação dos empreendimentos em ordem decrescente de priorização.

Execução – Etapa 3



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.4.1 Seleção dos empreendimentos

Na atualização do Programa, após serem excluídos os empreendimentos já realizados pela DIF, os empreendimentos que, após atualização dos tráfegos ferroviários e rodoviários, apresentaram $GI < 50.000$ e aqueles sem tráfego de carga ou, ainda, cuja via foi erradicada, restaram 83.

Como premissa inicial das atividades para atualização do PROSEFER, definiu-se que, a relação anterior do IPP dos empreendimentos seria mantida e, assim que estabelecida a nova metodologia de priorização, essa lista seria revisada de forma a apresentar a classificação de priorização atualizada.

2.4.2 Parâmetros de priorização - conceito e metodologia

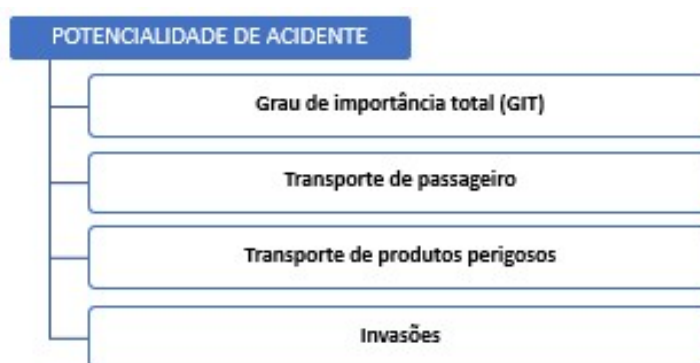
As quatro áreas de priorização: Potencialidade de Acidente; Mobilidade Urbana; Operação Ferroviária e Avaliação Estratégica., são apresentados a seguir.

Para cada área foram definidos os conceitos e os itens de avaliação dos indicadores, de forma a considerar a importância que as variáveis representam, com os respectivos critérios de avaliação.

2.4.2.1 Potencialidade de acidentes

É um indicador relacionado com a probabilidade de ocorrência de acidentes e a gravidade/impactos que um possível acidente causará.

Área de priorização.



Fonte: Elaborado pelo autor.

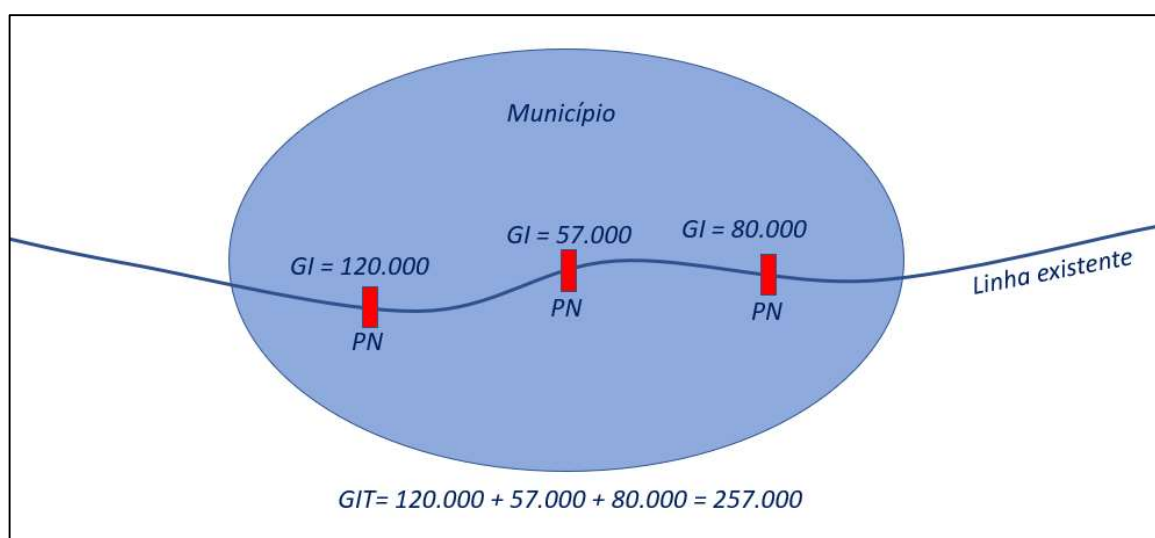
a) Grau de Importância Total (GIT)

Calculada conforme demonstrado anteriormente, é a linha de corte do PROSEFER (somente PN's com $GI > 50.000$).

A variável GIT do empreendimento corresponde ao somatório do GI das PN's a serem eliminadas pelo empreendimento em que pelo menos uma passagem tenha valor de GI acima de 50.000. Quanto maior o GIT, mais prioritário será o empreendimento.

A figura a seguir demonstra como é realizado o cálculo para determinar o GIT do empreendimento:

Exemplo Cálculo do GIT.



Fonte: Elaborado pelo autor.

b) Transporte de passageiros

Visa verificar se a via férrea a ser estudada possui fluxo de composições de transporte urbano.

É evidente a diferença de gravidade de um acidente com um trem de passageiros quando comparado a um acidente com trem de carga. Pensando nisso, o Programa adotou maior prioridade a empreendimentos que eliminarão PN's onde circulem trens de passageiros.

Esta informação foi obtida através de pesquisa em bancos de dados do estudo do PROSEFER 2009.

c) Transporte de produtos perigosos

Seguindo a mesma lógica dos trens de passageiros, dá-se maior prioridade à empreendimentos que eliminarão PN's onde circulam trens transportando produtos perigosos (produtos químicos e nocivos à segurança).

A informação quanto à circulação de produtos perigosos é retirada na Declaração de Rede da ANTT. Segue-se os mesmos passos indicados no item relacionado ao tráfego de trens (Etapa - 1):

Potência Auxiliar (HP)	Circulação de Produtos Perigosos	Equip. Embarcado
	Sim	Sim
	Sim	Sim
	Sim	Sim

d) Invasões

Trata-se de um potencial causador de acidentes. Áreas de invasões na faixa de domínio geram grandes prejuízos à segurança da linha férrea, além de prejuízos operacionais.

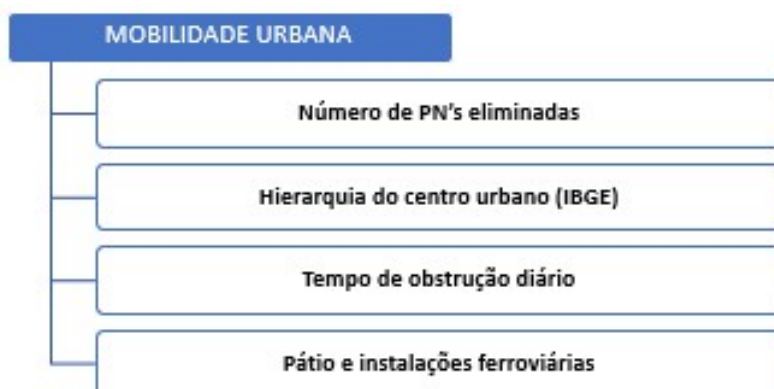
Visando a eliminação deste problema comum nas ferrovias brasileiras, dá-se maior prioridade a empreendimentos que afetam diretamente áreas invadidas.

Essa informação foi obtida através de pesquisa em bancos de dados do estudo do PROSEFER 2009.

2.4.2.2 Mobilidade urbana

Um dos maiores desafios do planejamento de grandes centros urbanos é a mobilidade urbana, que está diretamente ligada à qualidade de vida da população. Sabendo-se que a passagem de um trem em uma PN gera um grande prejuízo à mobilidade urbana, prioriza-se empreendimentos que tragam resultados positivos nesta área.

Área de priorização.



Fonte: Elaborado pelo autor.

a) Número de passagens em nível eliminadas

Todo empreendimento proposto visa a eliminação de 01 (uma) ou mais PN's com $GI > 50.000$. Porém, no caso onde é proposta a implantação de contorno ou variante, haverá a possibilidade de eliminação de algumas PN's com $GI < 50.000$.

Dá-se prioridade à empreendimentos com maior número de PN's a serem eliminadas.

b) Hierarquia do centro urbano

A identificação da hierarquia urbana e das áreas de influência é realizada por meio da classificação dos centros urbanos que possuem determinados equipamentos e serviços e que atraem populações de outras localidades. O Instituto Brasileiro Geografia e Estatística (IBGE) classifica os centros urbanos da seguinte forma:

- **Metrópoles** - conjunto de cidades conurbadas e que tem uma cidade principal, onde há ligação entre esta cidade e as outras através do fluxo de pessoas e da influência econômica sobre estas e sobre a região.
- **Capital regional** - Correspondem às cidades de grande e médio porte que exercem influência sobre um vasto número de municípios à sua volta. Apesar do nome, podem não ser capitais de estado.
- **Centro sub-regional** - Compreende cidades que exercem influência preponderante sobre os demais centros próximos, por se distinguir em bens, serviços, movimentos culturais, movimentos políticos etc. São cidades médias que oferecem bens e

serviços às cidades menores à sua volta; são menores que as metrópoles nacionais ou regionais.

- Centro de zona - Municípios ou cidades que apresentam importância regional, limitando-se as imediações/redondezas, exercendo funções elementares de gestão.
- Centro local - centros urbanos que exercem influência apenas sobre a área de seu município.

Quanto maior a influência regional do município, maior será a prioridade deste empreendimento.

O acesso a estas informações dar-se-á através do site do IBGE (www.ibge.gov.br), seguindo-se os seguintes passos:

1º Passo: Acesso ao menu “Geociências”, campo “Brasil: Redes geográficas”



2º Passo: Acesso à aba “REGIC – Regiões de Influência das Cidades”



3º Passo: Acesso à pasta “Regiões_de_influencia_das_cidades_2007 (o mais atualizado), no campo “Downloads”.



c) Tempo de obstrução diário

Variável que informa o tempo total de paralisação do tráfego rodoviário em todas as PN's em virtude das composições que atravessam o município, dado em horas por dia.

O tempo de obstrução pode ser obtido através de medições em campo ou calculado através das seguintes variáveis:

- Comprimento da composição – Adotada a média do trem tipo da declaração de rede da concessionária. Similarmente ao item relacionado ao tráfego de trens (Etapa - 1), obtém-se este dado na aba “trem tipo”:

1º Passo: Acesso à aba “Trem Tipo”:

26	FCA	2018	J32	Brejo Alegre (EBJ, FCA)	Pedreira Rio das Velhas (VWI, EFVM)	766	3	84	7800
27	FCA	2018	J34	Brejo Alegre (EBJ, FCA)	Pedreira Rio das Velhas (VWI, EFVM)	766	3	84	7800
Entre Pátios Entre Trechos Trem Tipo Terminais Posto de Abastecimento Locais de Mar ...									

2º Passo: Obtenção dos valores na coluna “Comprimento (m)”:

TB	TU	Comprimento (m)	Mercadorias
2550	0	728	Vagões Vazios
5100	3808	1023	Bauxita
7300	0	1264	Vagões Vazios

Velocidade da composição – Também extraído na Declaração de rede da ANTT, analisando os dados da seguinte forma:

1º Passo: Acesso à aba “entre Trechos”:

25	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 57	35,600 à 36,460	Rígida	134,286 à 145,410
26	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 45	36,460 à 40,090	Flexível	145,410 à 148,025
27	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 57	40,090 à 43,309	Rígida	148,025 à 156,285
Entre Pátios Entre Trechos Trem Tipo Terminais Posto de Abastecimento Locais de Mar ...							

2º Passo: Na coluna “VMC Trem Carregado” – “VMC (km/h)”:

VMA Produto Perigoso		VMC Trem Carregado		VMC Trem Vazio	
VMA (km/h)	Faixa km	VMC (km/h)	Faixa km	VMC (km/h)	Faixa km
36	0,000 à 55,914	35	0,000 à 55,914	32	0,000 à 55,914
28	55,914 à 244,567	25	55,914 à 244,567	22	55,914 à 244,567
40	259,722 à 270,080	27	259,722 à 270,080	20	259,722 à 270,080

- Frequência da passagem de composições ferroviárias no município – Número obtido na etapa 1 através dos dados referentes à capacidade vinculada.
- Tempo de uma composição percorrendo uma PN - É o tempo, em segundos, que uma composição demora a passar pela PN. É dado pela equação:

$$\frac{\text{Comprimento da composição}(m)}{\text{Velocidade da composição}(\frac{km}{h})/3,6}$$

- Tempo de cancela – É o tempo de ativação da cancela antes que o trem chegue a PN. Para este estudo adotou-se o tempo de 30 segundos para aproximação e 30 segundos para afastamento;
- Tempo de obstrução causado pela frequência das composições - É resultante da soma entre o tempo de uma composição percorrendo uma PN com o tempo de acionamento da cancela. Conforme apresentado na fórmula seguir:

$$\text{Tempo de uma composição percorrendo uma PN} + \text{Tempo de cancela}$$

- Tempo total de obstrução causado pela frequência diária das composições - É resultante da multiplicação entre o Tempo de uma composição percorrendo uma PN somado ao tempo de cancela com a Frequência da passagem de composições ferroviárias no município. Conforme apresentado na fórmula seguir;

$$\text{Tempo de obstrução} \times \text{Frequência da passagem de composições ferroviárias no município}$$

- Tempo de obstrução apropriado no modelo – É o Tempo total de obstrução extraído da frequência diária das composições convertido em horas/dia. Conforme apresentado na fórmula seguir;

$$\frac{\text{Tempo total de obstrução causado pela frequência diária das composições}}{3600}$$

Quanto maior o tempo total de obstrução em PN's, maior será a priorização do empreendimento.

d) Pátios e instalações ferroviárias

Em alguns municípios pode haver instalações ferroviárias como pátios de manobras, oficinas, terminais de cargas, etc. Nesses casos, além do tráfego periódico de trens, ocasionando em paralizações do fluxo rodoviário nas PN's, poderá haver, também,

interrupções desse fluxo devido a operações de composições ferroviárias, ou segmentos dessas, em manobras realizadas nessas instalações.

Localidades com pátios ou outras instalações ferroviárias serão consideradas de maior prioridade.

2.4.2.3 Operação ferroviária

É o indicador relacionado com as características técnicas geométricas e operacionais do trecho ferroviário a ser estudado. Está ligado ao ganho operacional ferroviário que a implantação de determinado empreendimento gerará.

Área de priorização.



Fonte: Elaborado pelo autor.

a) Taxa de Ocupação da Linha

Variável relacionada à utilização da capacidade total da via entre pátios ferroviários.

Similarmente ao item relacionado ao tráfego de trens (Etapa -1), obtém-se os dados de capacidades (crescente/decrescente) instalada e capacidade vinculada (crescente/decrescente) na aba “Entre Pátios” da Declaração de Rede da ANTT:

Capacidade Inst. Decrescente (Ano Anterior)	Capacidade Instalada Crescente	Capacidade Instalada Decrescente	Capacidade Vinculada Crescente
13,36	12,77	12,77	0
2,92	32,72	32,72	2,64
2,92	19,13	19,13	2,64

A taxa de ocupação da linha é obtida através da divisão entre a quantidade de trens por dia e a capacidade máxima de trens que a linha suporta diariamente de acordo com a equação a seguir:

$$\text{Taxa de Ocupação} \Rightarrow \frac{\text{capacidade vinculada sentido Crescente} + \text{Decrescente (trens dia)}}{\text{capacidade instalada sentido Crescente} + \text{Decrescente}}$$

Quanto maior a taxa de ocupação do trecho, maior será a priorização do empreendimento.

b) Carga transportada

Informa a carga total transportada anualmente no referido trecho em tonelada útil. Extraído através do Anuário Estatístico da ANTT:

1º Passo: Acesso à aba “Ferrovias” no site da ANTT:



2º Passo: Acesso ao campo “Anuário Estatístico”:

A estrutura institucional do Programa Nacional de Desestatização é composta por dois grandes agentes principais: o Conselho Nacional de Desestatização - CND, órgão decisório, e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, na qualidade de gestor do Fundo Nacional de Desestatização - FND.

O Plano Nacional de Desestatização, relativamente à modalidade ferroviária, tem como principais objetivos:

- Desonerar o Estado;
- Melhorar a alocação de recursos;
- Aumentar a eficiência operacional;
- Fomentar o desenvolvimento do mercado de transportes; e
- Melhorar a qualidade dos serviços.

Anuário Estatístico

Concessões Ferroviárias

3º Passo: Download um arquivo Excel “Transporte de Carga – Origem/Destino – 2006 – 2019 (jan.- setembro)”:

Manual CAPPI

Formulários

Valores para Cobrança

Mapa do Substema Ferroviário Federal

Evolução do Transporte Ferroviário

Plano trienal de investimentos

Relatórios

FTL
Tamanho do arquivo: 116kb

MRS
Tamanho do arquivo: 120kb

RMN
Tamanho do arquivo: 117kb

RMO
Tamanho do arquivo: 115kb

RMP
Tamanho do arquivo: 116kb

RMS
Tamanho do arquivo: 120kb

Tabela Resumo
Tamanho do arquivo: 50kb

Transporte de Carga - Origem/Destino - 2006 - 2019 (jan-setembro)
Tamanho do arquivo: 16915kb

CONCESSÕES FERROVIÁRIAS

⬆ Voltar ao topo

4º Passo: Análise da coluna “TU” no ano desejado. É importante ter ciência da localização da PN dentro da malha ferroviária afim de saber quais produtos transitam no trecho em análise, pois o arquivo indica apenas os pontos de origem e destino das mercadorias. Após a filtragem das mercadorias que transitam na ferrovia, soma-se os valores indicados na coluna “TU” Tonelada Útil.

Mês/Ano	Ferrovia	Mercadoria ANTT	Origem Estação	UF	Destino Estação	UF	TU	TKU
01/2018	EFC	Cobre	Paraupabas	PA	Ponta da Madeira Cobre	MA	38.823	33.853.656
01/2018	EFC	Escória	Açailândia	MA	Ponta da Madeira	MA	2.457	1.260.441
01/2018	EFC	Ferro Gusa	Açailândia	MA	Ponta da Madeira	MA	39.759	20.396.367
01/2018	EFC	Gasolina	Itaqui Base Combustível	MA	Marabá	PA	1.242	929.016
01/2018	EFC	Gasolina	Ponta da Madeira	MA	Açailândia	MA	5.301	2.719.413
01/2018	EFC	Gasolina	Ponta da Madeira	MA	Marabá	PA	4.491	3.314.358
01/2018	EFC	Manganes	Carajás	PA	Ponta da Madeira	MA	95.850	85.402.350

Quanto maior a carga transportada no trecho, maior será a priorização do empreendimento.

c) Velocidade média comercial

Também obtida na Declaração de Rede da ANTT, representa a velocidade média, em quilômetros por hora, do trem ao trafegar no trecho em estudo, unidade em km/h:

1º Passo: Acesso à aba “entre Trechos”:

25	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 57	35,600 à 36,460	Rígida	134,286 à 145,410	
26	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 45	36,460 à 40,090	Flexível	145,410 à 148,025	
27	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 57	40,090 à 43,309	Rígida	148,025 à 156,285	
Entre Pátios Entre Trechos Trem Tipo Terminais Posto de Abastecimento Locais de Mar ...								

2º Passo: Na coluna “VMC Trem Carregado” – “VMC (km/h)”:

VMA Produto Perigoso		VMC Trem Carregado		VMC Trem Vazio	
VMA (km/h)	Faixa km	VMC (km/h)	Faixa km	VMC (km/h)	Faixa km
36	0,000 à 55,914	35	0,000 à 55,914	32	0,000 à 55,914
28	55,914 à 244,567	25	55,914 à 244,567	22	55,914 à 244,567
40	259,722 à 270,080	27	259,722 à 270,080	20	259,722 à 270,080

Quanto maior a velocidade média comercial no trecho, maior será a priorização do empreendimento.

d) Curva ferroviária

Também obtida na Declaração de Rede da ANTT, esta variável informa o raio mínimo horizontal, em metros, existente no trecho da linha principal em estudo:

1º Passo: Acesso à aba “Entre Pátios”:

25	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 57	35,600 à 36,460	Rígida	134,286 à 145,410	
26	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 45	36,460 à 40,090	Flexível	145,410 à 148,025	
27	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 57	40,090 à 43,309	Rígida	148,025 à 156,285	
Entre Pátios Entre Trechos Trem Tipo Terminais Posto de Abastecimento Locais de Mar ...								

2º Passo: Na coluna “Raio Mín. de Curva”:

Sist. de sinalização	Raio Mín. de Curva	Rampa Máxima Crescente
ABS	70	0,03
ABS	89	0,02
ABS	97	0,01

Quanto menor a curva ferroviária no trecho, maior será a priorização do empreendimento.

e) Rampa ferroviária

Também obtida na Declaração de Rede da ANTT, esta variável informa o valor da rampa com maior declividade existente no trecho em estudo, em percentual, existente no trecho da linha principal em estudo:

1º Passo: Acesso à aba “Entre Pátios”:

25	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 57	35,600 à 36,460	Rígida	134,286 à 145,410	
26	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 45	36,460 à 40,090	Flexível	145,410 à 148,025	
27	FCA	2018	Mapele - Monte Azul	TR 57	40,090 à 43,309	Rígida	148,025 à 156,285	
Entre Pátios Entre Trechos Trem Tipo Terminais Posto de Abastecimento Locais de Mar ...								

2º Passo: Na coluna “Rampa Máxima Crescente e Rampa Máxima Decrescente”:

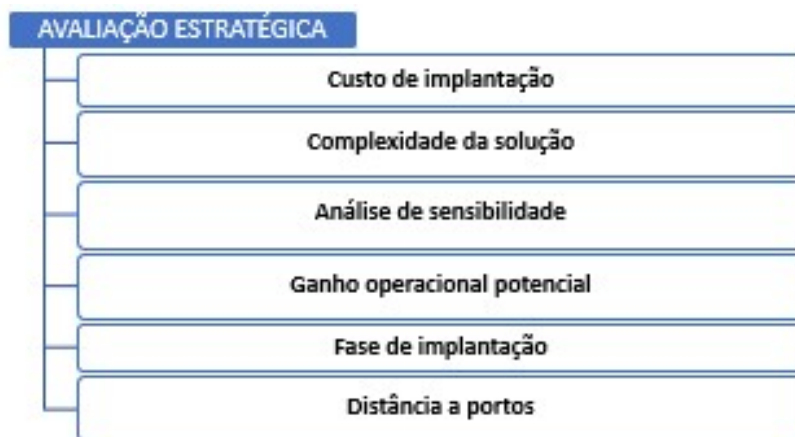
Raio Mín. de Curva	Rampa Máxima Crescente	Rampa Máxima Decrescente	Dias Operacionais
85	0,02	0,02	360
70	0,03	0,03	360
89	0,02	0,02	360

Quanto maior a rampa ferroviária no trecho, maior será a priorização do empreendimento.

2.4.2.4 Avaliação estratégica

É o indicador relacionado à implantação do empreendimento, em sua essência, com variáveis econômicas advindas da solução indicada e a logística de transportes.

Área de priorização.



Fonte: Elaborado pelo autor.

a) Custo de implantação

Os métodos adotados para o levantamento dos custos de implantação dos empreendimentos já foram explanados na Etapa – 2, itens 2.3.1 a 2.3.4 do presente relatório.

b) Complexidade da solução indicada

Define o grau de complexidade da implantação do empreendimento, indicado pelo PROSEFER. Classifica-se em:

- Transposição – Solução onde é indicada a implantação de apenas uma obra de transposição;
- Solução Integrada – Solução onde é indicada a implantação de duas ou mais transposições, assim como a combinação de uma transposição com outros dispositivos (ex.: passarela, isolamento de via, alteração de localização de pátios, etc...);
- Contorno Ferroviário – Alteração do traçado ferroviário em atendimento a apenas um município;

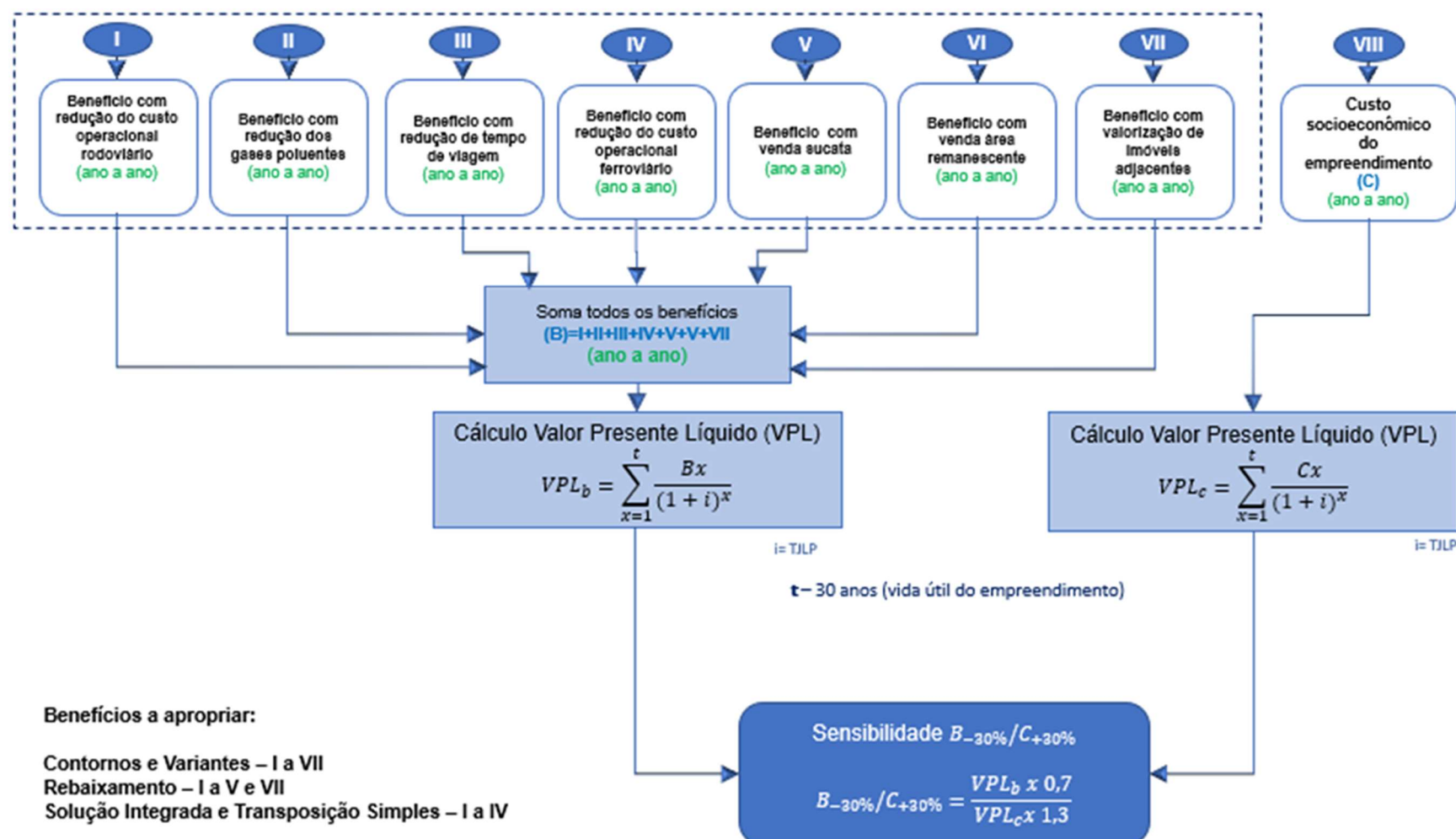
- Variante Ferroviária – Alteração de traçado ferroviário em atendimento a dois ou mais municípios;
- Rebaixamento – Rebaixamento da linha férrea sem alteração do traçado original.

c) Análise de sensibilidade (Relação B/C)

É a verificação realizada com a consideração da redução do valor presente dos Benefícios do empreendimento em 30% e com o acréscimo do valor presente dos Custos de implantação desse, também em 30%. Essa simulação tem por objetivos avaliar a capacidade que o empreendimento tem em suportar possíveis riscos econômicos.

Dessa forma, os valores a serem obtidos para os empreendimentos serão resultantes da relação Benefício/Custo. O cálculo da análise de sensibilidade é exibido no fluxograma, a seguir:

Fluxograma para cálculo sensibilidade do benefício/custo



I

Cálculo do benefício com redução do custo operacional rodoviário

Tempo de interrupção na PN

(a)
(Horas/dia)

Percentual diário de interrupção na PN

(b) = $a / 24 \text{ horas}$
(%)

Volume médio anual de veículos que transitaram pela PN

(c)
(Veículos / ano)

Veículos afetados no período de interrupção da PN

(d) = $b \times c$
(Veículos / ano)

Custo operacional dos veículos

(e)
(R\$/h)

Custo durante o tempo de interrupção

(f) = $a \times e$
(R\$)

Benefício com redução do custo operacional rodoviária

(g) = $d \times f$
(R\$)

(I) Benefício com redução do custo operacional rodoviário

A redução de custos operacionais é considerada sobre o tráfego projetado, assim limita-se ao efeito das obras de eliminação da passagem em nível nos trechos ferroviários existentes, que ao receberem melhorias consequentemente reduzem seu custo de operação.

Em termos práticos, as reduções dos custos operacionais podem ser citadas como benefício direto, devido à redução das distâncias e dos tempos de viagem, como o aumento da capacidade do trecho, que reflete no custo de transporte daquela parcela de tráfego específica.

Para o cálculo dos custos operacionais dos veículos (e), adotou-se os valores dos custos de consumo de combustível, apresentados no PROSEFR 2009, conforme tabela a seguir.

Custo operacional dos veículos: (e) (R\$/h):

Custo de consumo de combustível em marcha lenta (R\$/hora)				
Descrição	Passeio	Ônibus	Caminhão	Moto
Gasolina/diesel R\$/minuto	0,0921	0,0147	0,0165	0,0184
Óleo R\$/minuto	0,0131	0,0073	0,0082	0,0026
Total R\$/minuto	0,1052	0,0220	0,0247	0,0210
Total R\$/hora 2009	6,3090	1,3189	1,4807	1,2618
Total R\$/hora 2018	11,2226	2,3461	2,6339	2,2445

Fonte: PROSEFR 2009.

Os valores foram atualizados para a data-base set./18, por meio do IGP-DI, conforme demonstrado abaixo.

IGP – DI: dez./ 2009 - DNIT	398,407
IGP – DI: set./2018 - DNIT	708,694

II

Cálculo do benefício com redução dos gases poluentes por grupo de veículos

Tempo de interrupção na PN
(a)
(Horas/dia)

Percentual diário de interrupção na PN
(b) = $a / 24 \text{ horas}$
(%)

Volume médio anual de veículos que transitaram pela PN
(c)
(Veículos / ano)

Veículos afetados no período de interrupção da PN
(d) = $b \times c$
(Veículos / ano)

Custo gases poluentes
(e)
(R\$/h)

Custo durante o tempo de interrupção
(f) = $a \times e$
(R\$)

Benefício com redução dos gases poluentes
(g) = $d \times f$
(R\$)

(II) Benefício com redução dos gases poluentes por grupo de veículos

A redução de custos da emissão dos gases poluentes é considerada sobre os efeitos nocivos do tráfego projetado, assim, limita-se ao efeito das obras de eliminação da passagem em nível nos trechos ferroviários existentes, que ao receberem melhorias reduzem seu custo da emissão dos gases poluentes.

Em termos práticos, a redução dos custos também pode ser citada como benefício direto, devido à redução das distâncias e dos tempos de viagem, que reflete na localidade afetada para cada grupo de veículos.

Para o cálculo dos custos dos gases poluentes (e), adotou-se os valores dos custos de emissão de gases, apresentados no PROSEFR 2009, conforme tabela abaixo.

Os valores foram atualizados para a data-base set./18.

Custo gases poluentes (e) (R\$/h):

Custo de Emissão de Gases por Categoria de Veículos em Marcha Lenta - R\$/hora				
Poluente	Passeio	Ônibus	Caminhão	Motocicleta
HC	0,00069	0,00152	0,00059	0,001035
CO	0,0018	0,00438	0,01163	0,0027
NOx	0,00021	0,00041	0,00062	0,000315
Total minuto	0,0027	0,00631	0,01284	0,00405
Total por hora (dez./2009)	0,1620	0,3786	0,7704	0,2430
Total por hora (set./2018)	0,2882	0,6735	1,3704	0,4323

Fonte: PROSEFR 2009.

III

Cálculo do benefício com redução do tempo de viagem

Tempo de interrupção na PN
(a)
(Horas/dia)

Percentual diário de interrupção na PN
(b) = $a / 24 \text{ horas}$
(%)

Volume médio anual de veículos que transitaram pela PN
(c)
(Veículos / ano)

Veículos afetados no período de interrupção da PN
(d) = $b \times c$
(Veículos / ano)

Rendimento médio horário da população
(g)
(R\$/h)

Rendimento perdido durante a interrupção
(h) = $a \times g$
(R\$)

Ocupantes por veículo
(e)
(Pessoas)

Pessoas afetadas
(f) = $e \times d$
(Veículos / ano)

Benefício com redução do tempo de viagem
(i) = $f \times h$
(R\$)

(III) Benefício com redução de tempo de viagem

A redução de custos tempo de viagem dos usuários, da passagem em nível, é considerada sobre os efeitos do tráfego projetado, em relação ao tempo de viagem da população que transita pela PN, proporcionado pela eliminação das obstruções do fluxo de veículos causadas pela ferrovia no sistema viário urbano.

Para o cálculo do rendimento médio horário da população (g), utilizou-se o valor do PIB Per capita da população, extraído do site do IBGE. A tabela abaixo exemplifica o cálculo de g.

Valor/hora(R\$)	
PIB per-capita (a)	R\$ 34.923,82
Valor hora (b) = (a)/286/8	R\$ 15,26
Dispêndio (0,750%)	R\$ 0,114
Fator econômico	0,92
Valor/hora (g) = (b – [b * Dispêndio] * fator econômico)	R\$ 13,94

- Dispêndio: Corresponde a apropriação apenas do valor monetário do PIB nos componentes de consumo e investimento, para este estudo adotou-se o fator de 0,75%.
- Fator econômico: Corresponde a transformação do valor monetário do dispêndio (monetário/financeiro) em valor econômico, neste estudo adotou-se o valor 0,92.

IV

Cálculo do benefício com redução do custo operacional ferroviário

Comprimento da via
a ser erradicada(a)
(km)

Carga transportada

(b)
(tu)Ganho apropriado
estimado(c)
(%)Ganho
(i) = $(h / e) - 1$
(%)VMC – velocidade
média comercial(d)
(km/h)Tempo gasto
atualmente(e) = a / d
(horas)VF – velocidade
média comercial
futura(f)
(km/h)Comprimento da
nova via férrea(g)
(km)

Tempo gasto futuro

(h) = g / f
(horas)Custo do frete
médio(j)
(R\$)Benefício com redução do custo
operacional ferroviário(k) = $b \times c \times i \times j$
(R\$)

(IV) Benefício da redução do custo operacional ferroviário

O Benefício da redução do custo operacional ferroviário é apropriado pela diferença entre as situações sem e com projeto, que determina os benefícios proporcionados pelo aumento da velocidade no trecho, advindos da melhoria das características geométricas da via férrea e da otimização dos corredores ferroviários que cruzam o município.

Via de regra, a melhoria das características geométricas e a eliminação das restrições operacionais proporcionam, de imediato, não apenas um significativo aumento da velocidade operacional, bem como, a diferença de distância de forma positiva ou negativa.

O estudo considerou como velocidade atual (d), a velocidade média comercial indicada na declaração de rede da ANTT.

Para a velocidade futura (f), adotou-se a velocidade de 50 km/h, que é a média das velocidades apresentadas na declaração de rede da ANTT, dos trechos ferroviários com melhor traçado, ou seja, com as características geometrias que propiciem menor deslocamento das composições.

Para o cálculo do ganho apropriado estimado (c), o estudo adotou, de forma conservadora, que somente 25% do ganho teórico calculado será aproveitado, pois nem todo aumento de capacidade proporciona aumento efetivo de transporte de carga.

V**Cálculo do benefício com venda de sucata da via erradicada****Comprimento da via a ser erradicada****(a)**
(m)**Peso de um metro do trilho da linha****(b)**
(kg/m)**Peso total dos trilhos da via erradicada****(c) = a x b**
(kg)**Peso dos trilhos inservíveis****(d) = c x 70%**
(kg)**Preço dos trilhos inservíveis****(f)**
(R\$/kg)**Valor total de venda dos trilhos****(h) = (d x f) + (e x g)**
(R\$)**Peso dos trilhos aproveitáveis****(e) = c x 30%**
(kg)**Preço dos trilhos aproveitáveis****(g)**
(R\$/kg)**Total de placas de apoio da via a ser erradicada****(i)**
(kg)**Total de AMV's da via a ser erradicada****(j)**
(kg)**Total de retensores da via a ser erradicada****(k)**
(kg)**Total de talas de junção da via a ser erradicada****(l)**
(kg)**Preço para venda de sucata****(m)**
(R\$/kg)**Benefício com venda de sucata da via erradicada****(n) = 0,7 (i + j + k + l) x m + h**
(R\$)

(V) Benefício com venda de sucata da via erradicada

O benefício com a venda de sucata, da via erradicada, corresponde ao valor proporcionado pela venda do material de superestrutura, que será disponibilizado para alienação pela união.

Para o cálculo do peso dos trilhos inservíveis (d), considerou-se que 70% dos trilhos não poderão ser aproveitados.

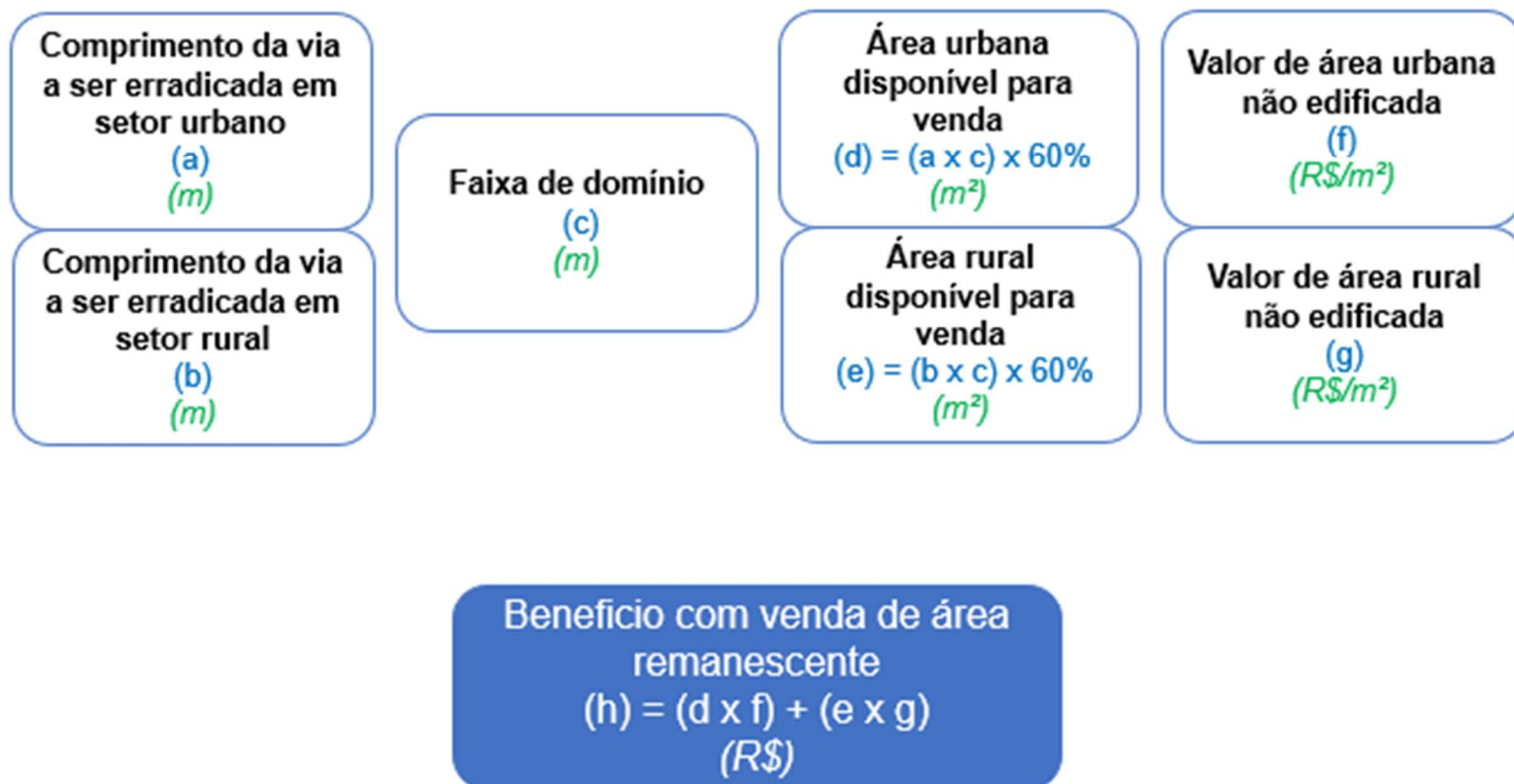
Para o cálculo do peso dos trilhos aproveitáveis (e), considerou-se que 30% dos trilhos poderão ser aproveitados.

Para o preço dos trilhos inservíveis (f), foi adotado o valor de R\$ 160,00 por kg, por meio de pesquisa de mercado. De forma análoga, para o preço dos trilhos aproveitáveis (g), foi adotado o valor de R\$ 480,00 por kg e, para o preço de venda de sucata (m), foi adotado o valor de R\$ 740,00.

O valor de 0,7 na fórmula do cálculo final do benefício (n), é o fator de conversão de valor financeiro para valor econômico. Esse fator foi extraído do quadro 12, da EB-Escopo Básico 02, elaborado pela DIF/DNIT.

VI

Cálculo do benefício com venda de área remanescente



I.

(VI) Benefício com venda de área remanescente

O benefício com venda de área remanescente corresponde a venda das áreas ocupada pela ferrovia atual, que não terá mais utilidade, podendo ser alienada para terceiros, tornado assim receita para a sociedade.

Para o cálculo da área urbana disponível para venda (d), o estudo considerou que 40% da faixa de domínio é destinado para equipamentos públicos, restando 60% da área disponível para vendas. Esse percentual foi adotado com base na Lei de Parcelamento do solo, com uma margem de segurança de 5%

Para o cálculo da área rural disponível para venda (e), o estudo considerou que 40% da faixa de domínio é destinado para equipamentos públicos e áreas de curso d'águas, restando 60% da área disponível para vendas.

Para o cálculo do valor de área urbana não edificada (f), o valor teve como referência o custo de R\$ 202,71/m², apresentado para o empreendimento do município de Camaçari-BA, EVTEA elaborado pela equipe técnica da DIF. Nas demais localidades, o custo é proporcional ao valor do PIB per capita de 2016 em relação ao PIB de Camaçari (R\$ 75.103,90).

O valor de área rural não edificada (g), teve como referência o custo de R\$ 40,54/m² (Camaçari-BA) e para as demais localidades o custo é proporcional ao valor do PIB per-capita, assim como no item anterior.

VII

Cálculo do benefício com valorização de imóveis adjacentes

Comprimento da via a ser erradicada em setor urbano

(a)
(m)

Comprimento da via a ser erradicada em setor rural

(b)
(m)

Faixa de influência além da faixa de domínio

(c)
(m)

Área urbana considerada na valorização

$$(d) = (a \times c) \times 0,6$$

(m²)

Área urbana edificada

$$(f) = d \times 0,5$$

(m²)

Área urbana sem edificação

$$(h) = d - f$$

(m²)

Área rural considerada na valorização

$$(e) = (b \times c) \times 0,6$$

(m²)

Área rural edificada

$$(g) = e \times 0,05$$

(m²)

Área rural sem edificação

$$(i) = e - g$$

(m²)

Valor de área urbana edificada

(j)
(R\$/m²)

Valor de área urbana sem edificação

(k)
(R\$/m²)

Valor de área rural edificada

(l)
(R\$/m²)

Valor de área rural sem edificação

(m)
(R\$/m²)

Benefício com valorização de imóveis adjacentes

$$(n) = (f \times j) + (h \times k) + (g \times l) + (i \times m)$$

(R\$)

(VII) Cálculo do benefício com valorização de imóveis adjacentes

O benefício com a valorização de imóveis adjacentes corresponde a valorização das áreas adjacentes resultantes da linha férrea, dos ruídos proporcionados pelas composições ferroviárias e da mobilidade urbana nas proximidades.

Para a faixa de influência além da faixa de domínio (c), o estudo adotou 25 m adjacente a faixa de domínio, ou seja, somando a faixa de domínio de cada um dos lados tem-se 50 m. Esse valor adotado corresponde a profundidade média de um lote.

Para o cálculo da área urbana útil considerada na valorização (d) e para a área rural útil considerada na valorização (e), foram adotados os mesmos percentuais utilizados para o cálculo do benefício com venda de área remanescente, item VI (d) e (e).

Para o cálculo da área urbana edificada (f), adotou-se que 50% da área útil urbana está edificada. Para a área rural edificada (g), foi considerado que 5% da área útil rural está edificada.

Os valores de área urbana edificada (j) e da área rural edificada (l), teve como referência o custo de R\$ 1.100,00/m², apresentado para o empreendimento de Camaçari-BA, EVTEA elaborado pela equipe técnica da DIF, e, nas demais localidades o custo é proporcional ao valor do PIB per-capita de 2016 em relação ao PIB de Camaçari (R\$ 75.103,90).

Para o cálculo dos valores da área urbana sem edificação (k) e da área rural sem edificação (m), utilizou-se a mesma premissa explanada pra o cálculo do benefício com área renascente, itens VI (f) e (g), respectivamente.

VIII

Custo socioeconômico do empreendimento

Custo total do
empreendimento

(a)
(R\$)

Período para
implantação do
empreendimento

(b)
(anos)

Custo financeiro
anual

(c) = a / b
(R\$/ano)

Fator de conversão
de valor financeiro
em econômico

(d)
(%)

Custo socioeconômico do
empreendimento

(e) = $c \times d$
(R\$/ano)

(VIII) Cálculo do custo socioeconômico do empreendimento

O custo socioeconômico do empreendimento corresponde ao valor econômico, ou seja, o custo de oportunidade. É um conceito teórico que mensura o custo daquilo que se deixa de fazer, quando é preciso fazer uma escolha de qualquer tipo.

Este custo se diferencia de um custo real, também conhecido como um custo contábil, que acontece de maneira direta e quantitativa. O custo de oportunidade se baseia em um "custo qualitativo" daquilo que poderia ser feito.

Fator de conversão de valor financeiro em econômico (d), o estudo adotou 0,7, por esse ser o fator de maior incidência do quadro 12, da EB-Escopo Básico 02, elaborado pela DIF/DNIT.

d) Ganho operacional potencial

Essa variável indica as vantagens operacionais na via, os potenciais ganhos operacionais calculados atrás da melhoria da condição da via, do aumento de velocidade e da carga transportada. Através dessa informação pode-se levantar os empreendimentos mais beneficiados com a implantação da solução proposta.

Para o desenvolvimento dessa atividade foi empregado um dos principais parâmetros utilizados na avaliação da capacidade operacional de uma ferrovia, a velocidade de operação dos trens.

O método para a obtenção desse ganho considerou as velocidades praticadas pelos trens nos perímetros urbanos (informadas pelas concessionárias e publicadas pela ANTT), aqui denominada de velocidade média comercial atual, considerou ainda o acréscimo de velocidade que poderá ocorrer quando da total eliminação do conflito rodoferroviário, indicado pelo PROSEFER, ou seja a completa implantação do empreendimento no município atravessado pelo trecho em estudo.

É necessário destacar que, nas soluções de implantação de variantes ou contornos ferroviários, deve-se considerar a variação na extensão da via, e com isso observar que a variação do tempo do deslocamento do trem, produzirá uma interferência proporcional a diferença entre os traçados antes e depois da implantação da solução.

É importante ressaltar que nos municípios onde o projeto indica que não serão eliminadas todas as PN's não há ganho operacional, pois a velocidade média comercial permanecerá inalterada.

Para a elaboração da metodologia de obtenção do Ganho Operacional Potencial foram adotadas as seguintes premissas:

A capacidade de transporte ferroviário de carga em um segmento é inversamente proporcional ao tempo necessário para percorrer esse trecho (em que o referido tempo é obtido em função da velocidade);

A velocidade de operação dos trens, após a implantação do empreendimento, foi estimada considerando o novo tempo de percurso entre dois pátios (com o município localizado no meio deles), considerando os cenários atual (sem obra) e futuro (com obra).

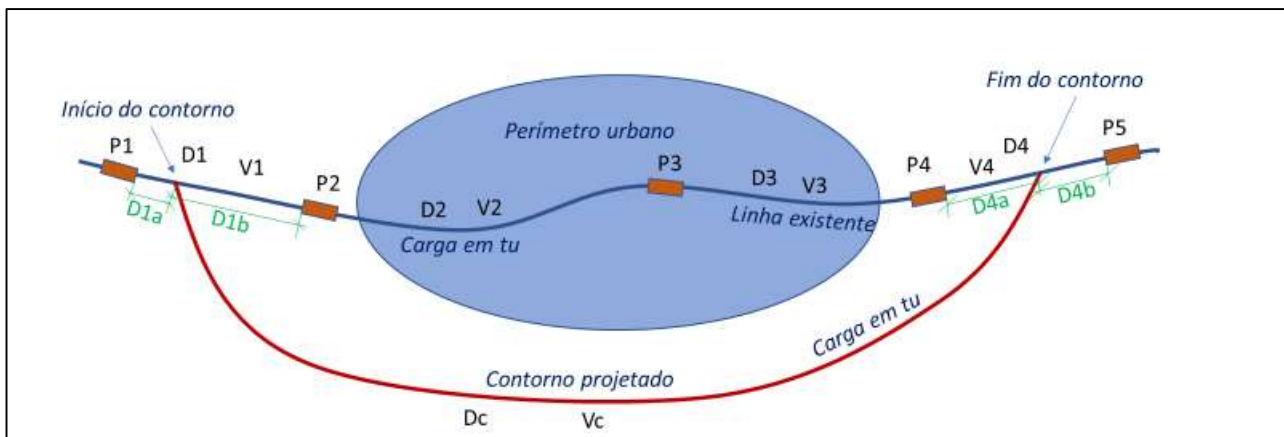
Com essas informações, a seguir serão apresentadas as metodologias de apuração do Ganho Operacional Potencial para cada tipo de solução de intervenção proposta pelo PROSEFER.

- Contorno

O ganho operacional potencial de um contorno, se dá pelo aumento da capacidade de transporte ferroviário de carga em Toneladas Quilômetro Útil (tku), resultante da variação do tempo de percurso (velocidade e distância na situação com e sem a implantação do projeto) somado com a diferença da carga transportada tku do traçado com e sem a implantação do contorno.

Para ilustrar o processo de cálculo do ganho, a figura a seguir apresenta as variáveis usadas para obtenção desse valor.

Metodologia para Ganho Operacional Potencial - Alternativa Contorno.



Fonte: Elaborado pelo autor.

$$G = Cg * \left\{ (D1b + D2 + D3 + D4a) * \left[\left(\frac{\frac{D1b}{V1} + \frac{D2}{V2} + \frac{D3}{V3} + \frac{D4a}{V4}}{\frac{Dc}{Vc}} \right) - 1 \right] + (D1b + D2 + D3 + D4a - Dc) \right\}$$

Onde:

G – Ganho potencial em Tku

Cg - Carga em Tonelada Útil (tu) - Carga anual que transita pelo trecho ferroviário constante do SAFF-ANTT

Dc – Distância do contorno

Vc – Velocidade projetada (adotada 50km/h)

P1; P2; P3; P4; P5 – pátios ferroviários

D1 – Distância entre pátios P1/P2

D2 – Distância entre pátios P2/P3

D3 – Distância entre pátios P3/P4

D4 – Distância entre pátios P4/P5

D1a – Distância entre o pátio 1 e o início do contorno

D1b – Distância entre o início do contorno e o pátio 2

D4a – Distância entre o pátio 4 e o fim do contorno

D4b – Distância entre o fim do contorno e o pátio 5

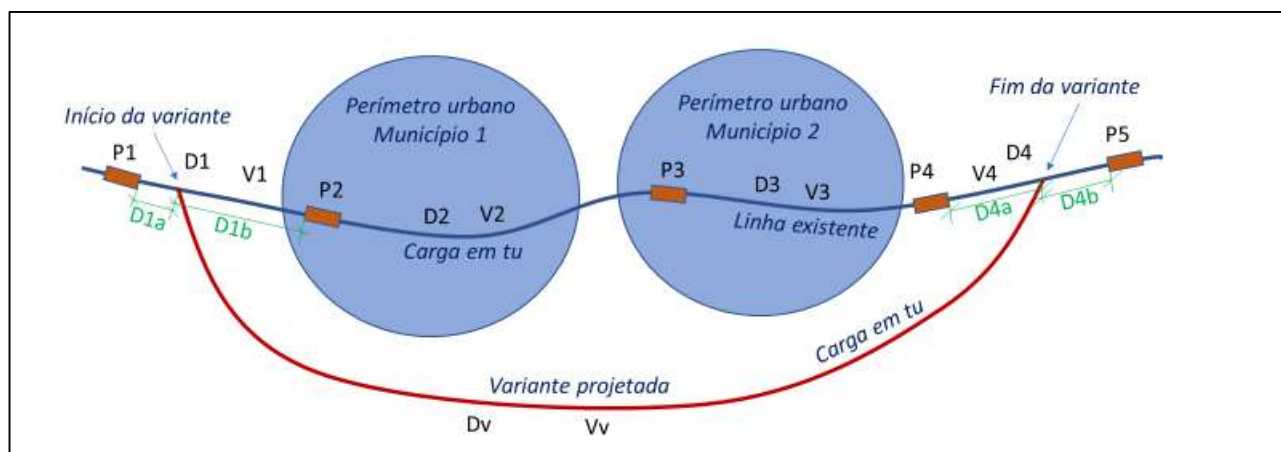
V1; V2; V3; V4 – Velocidade comercial entre pátios indicada na declaração de rede publicada anualmente pela ANTT.

- Variante

O ganho operacional potencial de uma variante ferroviária, se dá pelo aumento da capacidade de transporte ferroviário de carga em tku, no trecho em que o traçado será alterado pela implantação da variante ferroviária, proporcionado pela variação do tempo de percurso somado com a diferença do transporte em tku do traçado com e sem a implantação da variante.

Para ilustrar o processo de cálculo do ganho, a figura a seguir apresenta as variáveis usadas para obtenção desse valor.

Metodologia para Ganho Operacional Potencial - Alternativa Variante.



Fonte: Elaborado pelo autor.

$$G = Cg * \left\{ (D1b + D2 + D3 + D4a) * \left[\left(\frac{\frac{D1b}{V1} + \frac{D2}{V2} + \frac{D3}{V3} + \frac{D4a}{V4}}{\frac{Dv}{Vv}} \right) - 1 \right] + (D1b + D2 + D3 + D4a - Dv) \right\}$$

Onde:

G – Ganho potencial em Tku

Cg - Carga em tu - Carga anual que transita pelo trecho ferroviário constante do SAFF-ANTT

Dv – Distância da variante

Vv – Velocidade projetada (adotada 50km/h)

P1;P2; P3;P4;P5 – pátios ferroviários

D1 – Distância entre pátios P1/P2

D2 – Distância entre pátios P2/P3

D3 – Distância entre pátios P3/P4

D4 – Distância entre pátios P4/P5

D1a – Distância entre o pátio 1 e o início da variante

D1b – Distância entre o início da variante e o pátio 2

D4a – Distância entre o pátio 4 e o fim da variante

D4b – Distância entre o fim da variante e o pátio 5

V1; V2; V3; V4 – Velocidade comercial entre pátios indicada na declaração de rede publicada anualmente pela ANTT.

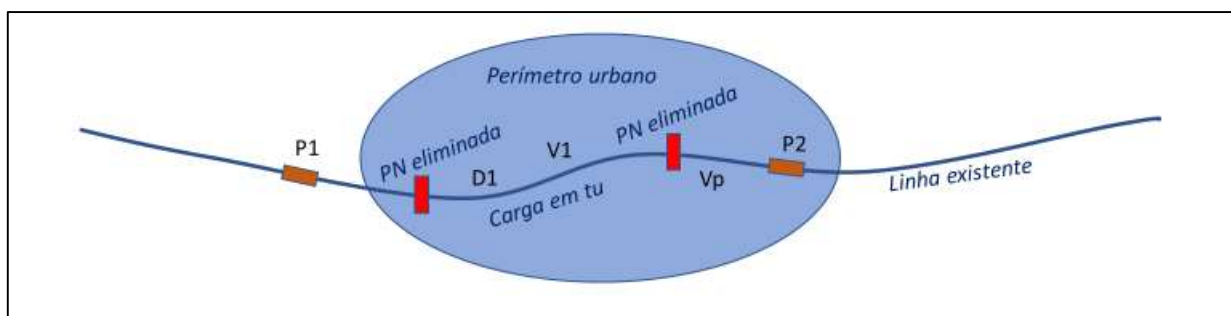
- Solução Integrada

O ganho operacional potencial decorrente da implantação de empreendimentos de soluções integradas, em que todas as PN's existentes entre pátios são eliminadas, é resultante do aumento da capacidade de transporte ferroviário de carga em tku no trecho entre pátios em que o empreendimento está inserido, proporcionado pela variação do tempo de percurso no trecho, devido ao aumento da velocidade das composições ferroviárias que transitam pelo trecho.

Nos casos em que a distância entre pátios for superior a 12 km o estudo considera a apropriação do ganho operacional em 12 km, por se entender que a influência operacional acima dessa margem não se altera.

Para ilustrar o processo de cálculo do ganho, a figura a seguir apresenta as variáveis usadas para obtenção desse valor.

Metodologia para Ganho Operacional Potencial – Solução integrada - “Situação que apropria ganho Operacional”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

$$G = Cg * (D1) * \left\{ \left[\left(\frac{D1}{V1} \right) \right] - 1 \right\}$$

Onde:

G – Ganho potencial em Tku

Cg - Carga em tu - Carga anual que transita pelo trecho ferroviário constante do SAFF-ANTT

D1 – Distância entre os pátios

Vp – Velocidade projetada (adotada 50km/h)

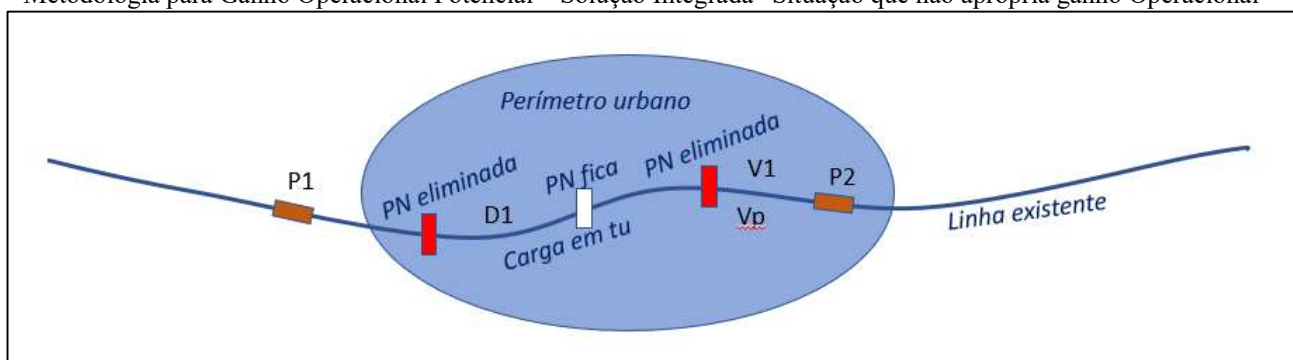
P1; P2 – Pátios ferroviários

D1 – Distância entre pátios P1/P2

V1 – Velocidade comercial entre pátios indicada na declaração de rede publicada anualmente pela ANTT.

A figura a seguir ilustra a situação de uma solução integrada em que não são eliminadas todas as PN's entre pátios, o estudo considera que não apropria o ganho operacional potencial devido as condições operacionais permanecerem inalteradas, ocasionadas pela permanência das PN's remanescentes.

Metodologia para Ganho Operacional Potencial – Solução Integrada “Situação que não apropria ganho Operacional”



Fonte: Elaborado pela equipe técnica do Consórcio STE-FALCONI

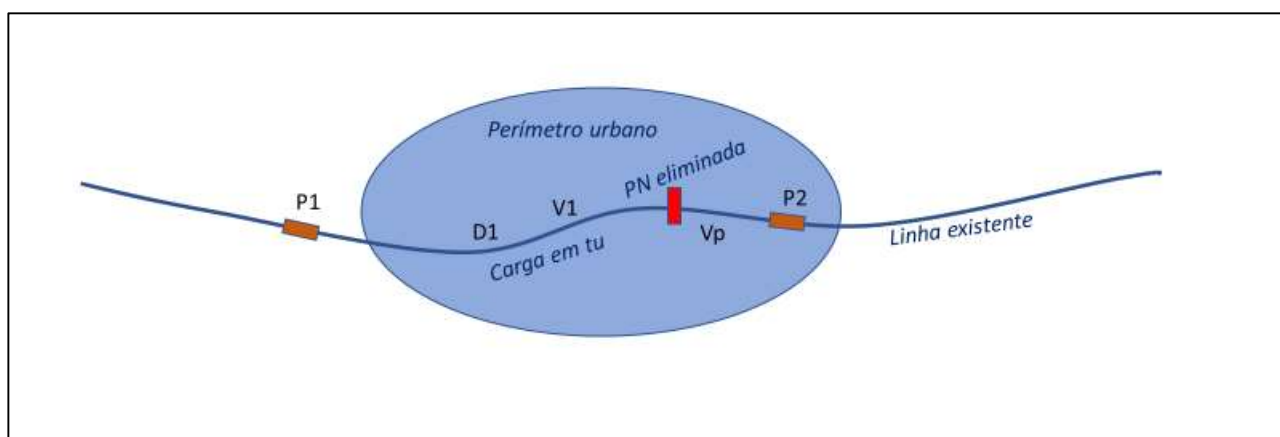
- Transposição Simples

O ganho operacional potencial decorrente da implantação de empreendimentos de Transposição Simples, onde a única PN entre pátios é eliminada, é resultante do aumento da capacidade de transporte ferroviário de carga em tku, no trecho entre pátios em que o empreendimento está inserido, proporcionado pela variação do tempo de percurso no trecho devido ao aumento da velocidade das composições ferroviárias que transitam pelo trecho.

Nos casos em que a distância entre pátios for superior a 12 km o estudo considera a apropriação do ganho operacional em 12 km, por se entender que a influência operacional acima dessa margem não se altera.

Para ilustrar o processo de cálculo do ganho, a figura a seguir apresenta as variáveis usadas para obtenção desse valor.

Metodologia para Ganho Operacional Potencial – Transposição – “Situação que apropria ganho Operacional”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

$$G = Cg * (D1) * \left\{ \left[\left(\frac{D1}{V1} \right) \right] - 1 \right\}$$

Onde:

G – Ganho potencial em Tku

Cg - Carga em tu - Carga anual que transita pelo trecho ferroviário constante do SAFF-ANTT

D1 – Distância entre os pátios

V_p – Velocidade projetada (adotada 50km/h)

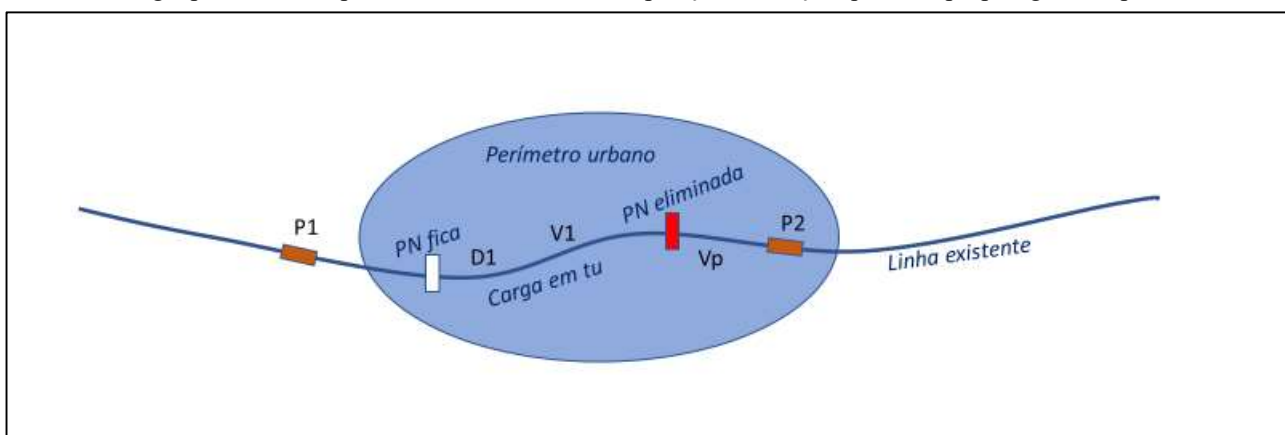
P1; P2 – Pátios ferroviários

D1 – Distância entre pátios P1/P2

V1 – Velocidade comercial entre pátios indicada na declaração de rede publicada anualmente pela ANTT.

A figura a seguir ilustra a situação de um empreendimento em que uma Transposição Simples não elimina todas as PN's entre pátios, o estudo considera que não apropria o ganho operacional potencial devido as condições operacionais permanecerem inalteradas, ocasionadas pela permanência das PN's remanescentes.

Metodologia para Ganho Operacional Potencial – Transposição “Situação que não apropria ganho Operacional”



Fonte: Elaborado pelo autor.

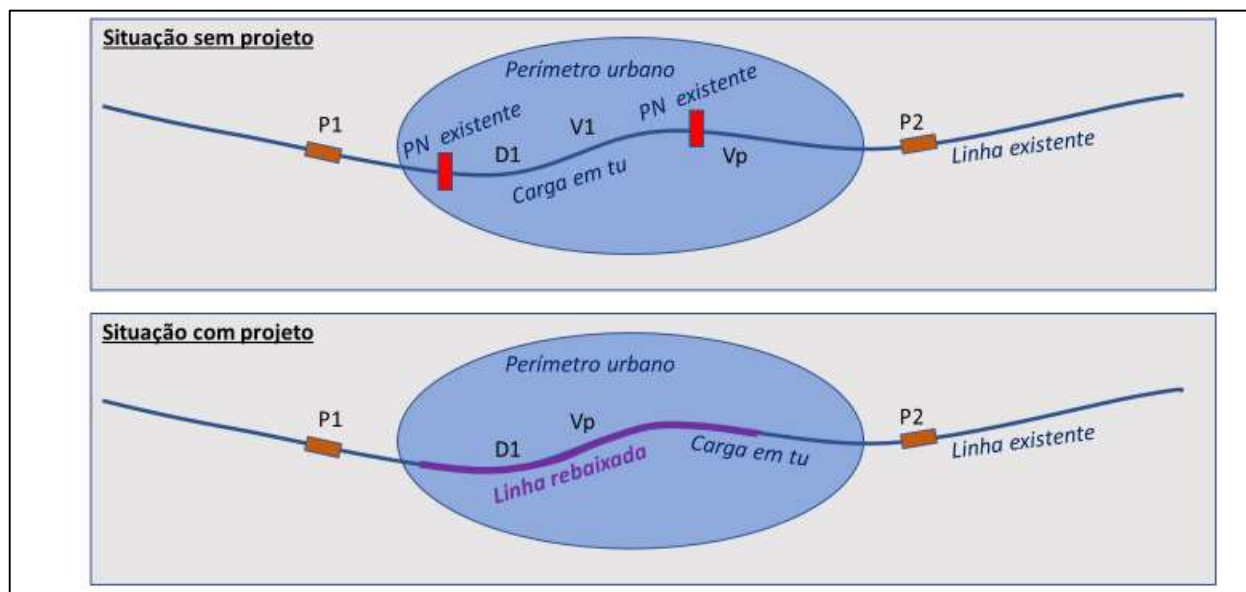
- Rebaixamento

O ganho operacional potencial decorrente da implantação de empreendimentos de Rebaixamento, é resultante do aumento da capacidade de transporte ferroviário de carga em tku no trecho entre pátios em que o empreendimento está inserido, proporcionado pela variação do tempo de percurso no trecho devido ao aumento da velocidade das composições ferroviárias que transitam pelo trecho.

Nos casos em que a distância entre pátios for superior a 12 km o estudo considera a apropriação do ganho operacional em 12 km, por se entender que a influência operacional acima margem não se altera.

Para ilustrar o resultado do ganho, a figura a seguir apresenta as variáveis usadas nas formulas de apuração de Ganho Operacional Potencial.

Metodologia para Ganho Operacional Potencial – Rebaixamento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

$$G = Cg * (D1) * \left\{ \left[\left(\frac{D1}{V1} \right) \right] - 1 \right\}$$

Onde:

G – Ganho potencial em Tku

Cg - Carga em tu - Carga anual que transita pelo trecho ferroviário constante do SAFF-ANTT

D1 – Distância entre os pátios

Vp – Velocidade projetada (adotada 50km/h)

P1; P2 – pátios ferroviários

D1 – Distância entre pátios P1/P2

V1 – Velocidade comercial entre pátios indicada na declaração de rede publicada anualmente pela ANTT.

e) Fase de implementação do empreendimento

As fases de desenvolvimento dos empreendimentos, consideradas pelo PROSEFER foram classificadas como: Executivo aprovado; Executivo em andamento; Básico aprovado; Básico em andamento; EVTEA aprovado e Não iniciado.

f) Distância do porto

Variável que relaciona o nível de proximidade do local de implantação de um empreendimento com uma área de escoamento portuário. O Programa considera 100 km como a distância máxima de influência na acessibilidade aos portos.

Distância do Porto.



Fonte: Google Earth.

2.4.3 Estrutura de cálculo do Índice de Priorização dos Empreendimentos (IPP)

A estrutura para o cálculo do IPP, definida pelo PROSEFER 2009, foi mantida. Para cada área foram definidos itens e atribuídos pesos, a essas foram estabelecidos critérios, que também se atribui pesos. Ao produto dos pesos das áreas, itens e critérios obtém-se um resultado, cujo valor é

denominado de Índice de Priorização Prosefer (IPP). O IPP assumirá valores entre 0,000 e 1,000, respectivamente mínimo e máximo.

Com a definição das áreas a serem consideradas na nova metodologia de priorização, a estrutura para o cálculo do IPP ficou com a forma apresentada a seguir.

Tabela do Índice de Priorização do PROSEFER.

Área	Peso Área (a)	ITEM	Peso item (b)	Valor do item	Valor equivalente (c)	Nota do item (d)=(a)x(b)x(c)
Potencialidade de acidente	P1	Grau de importância total	$\alpha 1$		(0 a 1)	
		Transporte de passageiro	$\alpha 2$		(0 ou 1)	
		Transporte produto perigoso	$\alpha 3$		(0 ou 1)	
		Invasões	$\alpha 4$		(0 ou 1)	
		Subtotal	1,00			0,000
Mobilidade urbana	P2	Nº de PNs' eliminadas	$\beta 1$		(0 a 1)	
		Hierarquia do centro urbano	$\beta 2$		(0 a 1)	
		Tempo de obstrução	$\beta 3$		(0 a 1)	
		Pátios e instalações ferroviários	$\beta 4$		(0 ou 1)	
		Subtotal	1,00			0,000
Operação ferroviária	P3	Taxa de ocupação da linha	$\gamma 1$		(0 a 1)	
		Carga transportada	$\gamma 2$		(0 a 1)	
		Velocidade média comercial - VMC	$\gamma 3$		(0 a 1)	
		Curva - ferroviária	$\gamma 4$		(0 a 1)	
		Rampa - ferroviária	$\gamma 5$		(0 a 1)	
		Subtotal	1,00			0,000
Avaliação Estratégica	P4	Custo de implantação	$\delta 1$		(0 a 1)	
		Complexidade da Solução indicada	$\delta 2$		(0 a 1)	
		Análise de sensibilidade relação B/C	$\delta 3$		(0 a 1)	
		Ganho operacional potencial	$\delta 4$		(0 a 1)	
		Fase de implantação do empreendimento	$\delta 5$		(0 a 1)	
		Distância do porto	$\delta 6$		(0 a 1)	
		Subtotal	1,00			0,000
	1,000			IPP		(valor final)

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os conceitos de cada item referente as áreas de priorização, o quadro a seguir, demonstra em que circunstância o valor desses itens resultarão em um Maior Valor Equivalente, ou seja, será 1 ou próximo de 1. De forma análoga, a situação inversa dos valores dos itens obterá valor equivalente a 0 (zero) ou próximo desse.

Relação entre os valores do item e o valor equivalente

Área	Peso Área (a)	ITEM	Peso item (b)	Valor do item	Valor equivalente (c)	Nota do item (d)=(a)x(b)x(c)
Potencialidade de acidente	P1	Grau de importância total	$\alpha 1$	<i>Maior o Índice</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Transporte de passageiro	$\alpha 2$	<i>Há o Transporte</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Transporte produto perigoso	$\alpha 3$	<i>Há o Transporte</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Invasões	$\alpha 4$	<i>Há invasão</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Subtotal	1,00			0,000
Mobilidade urbana	P2	Nº de PNs' eliminadas	$\beta 1$	<i>Mais PNS eliminadas</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Hierarquia do centro urbano	$\beta 2$	<i>Maior a Hierarquia</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Tempo de obstrução	$\beta 3$	<i>Maior o Tempo</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Pátios e instalações ferroviários	$\beta 4$	<i>Há pátio ou instalações</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Subtotal	1,00			0,000
Operação ferroviária	P3	Taxa de ocupação da linha	$\gamma 1$	<i>Maior a Ocupação</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Carga transportada	$\gamma 2$	<i>Maior o Volume</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Velocidade média comercial - VMC	$\gamma 3$	<i>Menor a VMC</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Curva - ferroviária	$\gamma 4$	<i>Menor o Raio</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Rampa - ferroviária	$\gamma 5$	<i>Maior a Rampa</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Subtotal	1,00			0,000
Avaliação Estratégica	P4	Custo de implantação	$\delta 1$	<i>Menor o Custo</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Complexidade da Solução indicada	$\delta 2$	<i>Baixa Complexidade</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Análise de sensibilidade relação B/C	$\delta 3$	<i>Maior o Resultado</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Ganho operacional potencial	$\delta 4$	<i>Maior o Ganho</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Fase de implantação do empreendimento	$\delta 5$	<i>Fase mais avançada</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Distância do porto	$\delta 6$	<i>Mais Próximo</i>	<i>Maior Valor</i>	
		Subtotal	1,00			0,000
	1,000			IPP		(valor final)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a aplicação da tabela do IPP, foi necessária a obtenção das informações relativas aos pesos de cada um dos itens de cada área de priorização (α , β , γ e δ), assim como das próprias áreas de priorização (Pn).

Essa obtenção se deu através de realizações de avaliações da importância entre os itens de cada área, bem como, entra as próprias áreas.

Devido ao número de variáveis e o nível de subjetividade envolvidos, foi adotado procedimento para tomada de decisões que considere a existência de diversos critérios, produzindo informações consistentes com o objetivo pretendido.

Dessa forma, foi utilizado o método de análise hierárquica (Analytic Hierarchy Process – AHP), desenvolvido por Thomas Saaty.

2.4.4 Metodologia AHP

A grande vantagem oferecida pela metodologia AHP, em relação à simples adoção de pesos em um sistema de suporte à decisão, é a possibilidade de dividir a tomada de decisão em blocos e em níveis hierárquicos de acordo com diferentes benefícios. Em uma analogia simples, a especificação da arquitetura AHP permite, por exemplo, que as variáveis de uma área de priorização específica não interfiram na avaliação de outras áreas, e que o resultado final indique o correspondente valor do peso que cada parâmetro de avaliação deverá representar.

A referida metodologia recorre ao uso de fatores numéricos para quantificar as comparações que ocorrem de forma pareada. Com isso, são atribuídas intensidades de importância a um determinado parâmetro quando comparado a outro parâmetro. As intensidades de importância são distribuídas na escala entre 1 e 9, conforme tabela a seguir.

Tabela da Escala Numérica de Saaty.

Escala Numérica	Definição	Explicação
1	Ambos elementos são de igual importância.	Ambos elementos contribuem com a propriedade de igual forma.
3	Moderada importância de um elemento sobre o outro.	A experiência e a opinião favorecem um elemento sobre o outro.
5	Forte importância de um elemento sobre o outro.	Um elemento é fortemente favorecido.
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro.	Um elemento é muito fortemente favorecido sobre o outro.
9	Extrema importância de um elemento sobre o outro.	Um elemento é favorecido pelo menos com uma ordem de magnitude de diferença.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes.	Usados como valores de consenso entre as opiniões.
Incremento 0.1	Valores intermediários na graduação mais fina de 0.1.	Usados para graduações mais finas das opiniões.

Fonte: Roche (2004, p. 6).

A avaliação reflete as respostas de duas perguntas: qual dos dois elementos é mais importante com respeito a um critério de nível superior, e com que intensidade, usando a escala de 1 a 9.

A seguir é apresentado o exemplo de um preenchimento da matriz de julgamentos de acordo com o método AHP:

Matriz de julgamentos.

Matriz A				
Iluminação	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>A</i>	1	5	6	7
<i>B</i>	1/5	1	4	6
<i>C</i>	1/6	1/4	1	4
<i>D</i>	1/7	1/6	1/4	1

Fonte: Roche (2004, p. 6)

Nota-se que o elemento mais importante da comparação é sempre usado como um valor inteiro da escala, e o menos importante, como o inverso dessa unidade. Se o elemento-linha é menos importante do que o elemento-coluna da matriz, entra-se com o valor recíproco na posição correspondente da matriz.

No caso da **Matriz A**, observa-se pela parte superior direita que todos os elementos-linha eram mais dominantes do que os elementos-coluna, pois todas as posições estão com números maiores que 1. Lê-se: **A** é 5 vezes mais dominante do que **B** e 6 vezes mais dominante do que **C**.

O método de análise hierárquica permite ainda verificar a consistência dos julgamentos dos pesos adotados na comparação dos critérios, obtendo-se maior transparência no processo AHP.

A consistência da matriz deve ser garantida, a partir de uma quantidade básica de dados, todos os outros podem ser logicamente deduzidos. Se **A** é 5 vezes mais dominante do que **B**, e **A** é 6 vezes mais dominante que **C**, então **A=5B** e **A=6C**. Logo, **B/C=6/5= posição (B, C)**. Portanto, se o julgamento da posição (B, C) for diferente de 6/5, então a matriz é inconsistente, como ocorre na **Matriz A**.

Como regra geral, se o índice de consistência for menor do que 0,10 (10%), então há consistência para prosseguir com os cálculos do AHP. Se for maior do que 0,10 (10%) recomenda-se que julgamentos sejam refeitos (por exemplo, reescrevendo questões do questionário ou alterando as categorias dos elementos) até que a consistência aumente.

2.4.4.1 Matrizes AHP

Visando atingir um resultado que represente a opinião dos entes que atuam no setor ferroviário, a DIF solicitou a colaboração das Concessionárias MRS, FTC, VLI e RUMO, assim como, da ANTT e Ministério da Infraestrutura.

Devido às necessárias verificações de consistência de cada julgamento e a apresentação de um julgamento que consolidasse as opiniões de todos os participantes dessa pesquisa, foi utilizada uma planilha, em Excel, elaborada por Klaus D. Goepel (versão 04.05.2016), obtida no local <https://bpmsg.com/>.

Ao total foram elaboradas 5 (cinco) matrizes para julgamento, a seguir são apresentadas as informações incluídas na planilha Excel utilizada para os julgamentos.

Modelo de Planilha Resumo dos Julgamentos das Áreas de Priorização.

n=	4	Number of criteria (2 to 10)	Scale:	1	AHP 1-9
N=	1	Number of Participants (1 to 20)	α :	0,1	Consensus: n/a
p=	1	selected Participant (0=consol.)	13	7	Participant 1
Objective	Áreas de Priorização				
Author					
Date					
	Thresh:	1E-07	Iterations:	6	EVM check: 3,1E-08
Table	Criterion	Comment	Weights	Rk	
	1 Potencialidade	Potencialidade de acidente	25,0%	1	
	2 Mobilidade	Mobilidade urbana	25,0%	1	
	3 Operação	Operação ferroviária	25,0%	1	
	4 Estratégica	Avaliação Estratégica	25,0%	1	
	5		0,0%		
	6		0,0%		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Modelo de Planilha de Julgamentos das Áreas de Priorização.

Participant 1		1		α : 0,1	CR: 0%	1
Name		Weight	Date	Consistency Ratio		Scale
		Criteria	more important ?	Scale		
i	j	A	B	A or B	(1-9)	
1	2	Potencialidade	Mobilidade			A B
1	3		Operação			
1	4		Estratégica			
1	5					
1	6					
1	7					
1	8					
2	3	Mobilidade	Operação			
2	4		Estratégica			
2	5					
2	6					
2	7					
2	8					
3	4	Operação	Estratégica			
3	5					
3	6					
3	7					
3	8					

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.4.4.2 Matrizes resultantes

Sobre a solicitação de colaboração para montagens das matrizes AHP, foi obtido retorno da ANTT e das Concessionárias MRS, FTC, VLI e RUMO.

Em resumo, 56 técnicos contribuíram com os julgamentos dos critérios exibidos, conforme a seguinte participação: DIF - quatorze técnicos; ANTT – quinze técnicos; MRS – quatro técnicos; RUMO – sete técnicos; VLI – três técnicos e FTC – treze técnicos.

De posse das matrizes elaboradas, foi realizada a atividade para consolidação dessas com a finalidade da obtenção de uma matriz resultante que indique os devidos Pesos para as áreas de priorização e seus respectivos Itens de Avaliação.

Cada um dos entes envolvidos (DIF, ANTT e Concessionárias), apresentou 5 (cinco) matrizes resultantes:

Legenda referente a tabela dos itens de priorização.

Dos Itens da Potencialidade de acidente;	
Dos itens da Mobilidade urbana;	
Dos Itens da Operação ferroviária;	
Dos Itens da Avaliação estratégica;	
Das Áreas de Priorização.	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela IPP.

Área	Peso Área	ITEM	Peso item
Potencialidade de acidente	P1	Grau de importância total	$\alpha 1$
		Transporte de passageiro	$\alpha 2$
		Transporte produto perigoso	$\alpha 3$
		Invasões	$\alpha 4$
		Subtotal	1,00
Mobilidade urbana	P2	Nº de PNS' eliminadas	$\beta 1$
		Hierarquia do centro urbano	$\beta 2$
		Tempo de obstrução	$\beta 3$
		Pátios e instalações ferroviários	$\beta 4$
		Subtotal	1,00
Operação ferroviária	P3	Taxa de ocupação da linha	$\gamma 1$
		Carga transportada	$\gamma 2$
		Velocidade média comercial - VMC	$\gamma 3$
		Curva - ferroviária	$\gamma 4$
		Rampa - ferroviária	$\gamma 5$
		Subtotal	1,00
Avaliação Estratégica	P4	Custo de implantação	$\delta 1$
		Complexidade da Solução indicada	$\delta 2$
		Análise de sensibilidade relação B/C	$\delta 3$
		Ganho operacional potencial	$\delta 4$
		Fase de implantação do empreendimento	$\delta 5$
		Distância do porto	$\delta 6$
		Subtotal	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

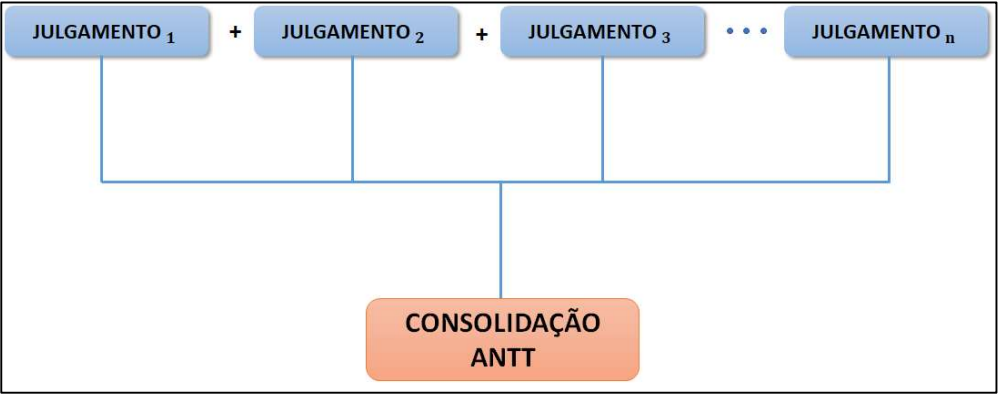
De posse das matrizes elaboradas, foi realizada a atividade para consolidação dessas com a finalidade da obtenção de uma matriz resultante para cada um dos entes envolvidos.

Metodologia de consolidação para os dados da DIF.



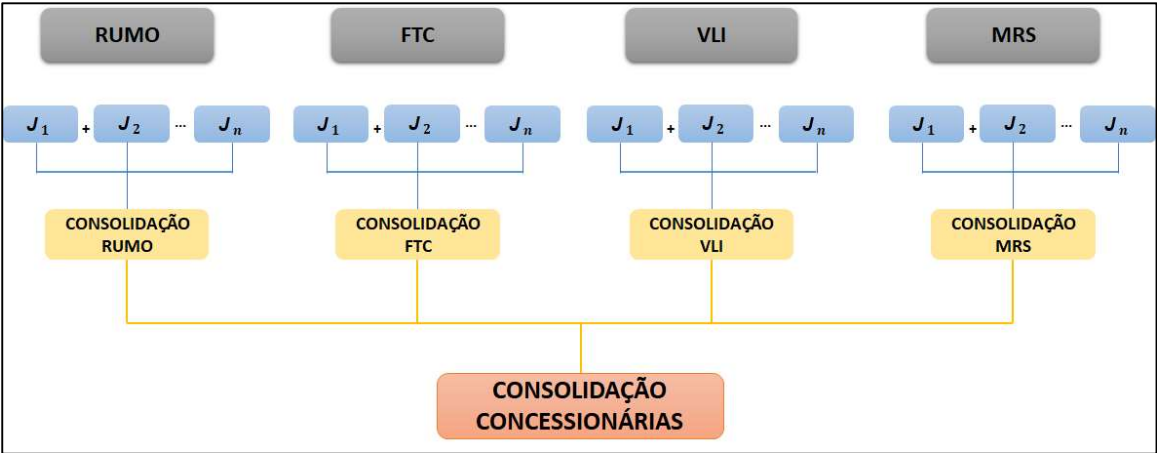
Fonte: Elaborado pelo autor.

Metodologia de consolidação para os dados da ANTT.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Metodologia de consolidação para os dados das Concessionárias.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma vez consolidadas as matrizes, executou-se a consolidação final, resultando na matriz que permitiu a obtenção dos pesos adotados na tabela de cálculo do Índice de Priorização do PROSEFER.

Metodologia de consolidação total dos dados do PROSEFER.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir são apresentadas as informações resultantes da Consolidação Final.

Matriz da Potencialidade de Acidente.

n=	4	Number of criteria (2 to 10)	Scale:	1	AHP 1-9
N=	3	Number of Participants (1 to 20)	α :	0,1	Consensus: 97,3%
p=	0	selected Participant (0=consol.)	2	7	Consolidated
Objective	Potencialidade de acidente				
Author	FINAL				
Date		Thresh:	1E-07	Iterations:	6
		EVM check:	3,0E-08		
Table	Criterion	Comment	Weights	Rk	
	1 GIT	Grau de importância total (GIT)	31,0%	1	
	2 passageiro	Transporte de passageiro	26,4%	2	
	3 perigoso	Transporte produto perigoso	24,1%	3	
	4 Invasões	Invasões	18,5%	4	
	5		0,0%		
	6		0,0%		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Matriz da Mobilidade Urbana.

n= Number of criteria (2 to 10) Scale: AHP 1-9
 N= Number of Participants (1 to 20) α : Consensus:
 p= selected Participant (0=consol.) 2 7 Consolidated

Objective:

Author:

Date: Thresh: Iterations: EVM check:

Table	Criterion	Comment	Weights	Rk
1	Nº de PNs	Nº de PNs eliminadas	30,5%	2
2	centro urbano	Hierarquia do centro urbano	25,0%	3
3	Obstrução	Tempo de obstrução	31,8%	1
4	Pátios	Pátios e instalações ferroviários	12,7%	4
5			0,0%	
6			0,0%	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Matriz da Operação Ferroviária.

n= Number of criteria (2 to 10) Scale: AHP 1-9
 N= Number of Participants (1 to 20) α : Consensus:
 p= selected Participant (0=consol.) 2 7 Consolidated

Objective:

Author:

Date: Thresh: Iterations: EVM check:

Table	Criterion	Comment	Weights	Rk
1	Ocupação	Taxa de ocupação da linha	26,6%	2
2	Carga	Carga transportada	17,3%	3
3	VMC	Velocidade média comercial - VMC	27,9%	1
4	Curva	Curva - ferroviária	15,1%	4
5	Rampa	Rampa - ferroviária	13,1%	5
6			0,0%	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Matriz da Avaliação Estratégica.

n= Number of criteria (2 to 10) Scale: AHP 1-9
 N= Number of Participants (1 to 20) α : Consensus:
 p= selected Participant (0=consol.) 2 7 Consolidated

Objective:

Author:

Date: Thresh: Iterations: EVM check:

Table	Criterion	Comment	Weights	Rk
1	Custo	Custo de implantação	15,7%	3
2	Complexidade	Complexidade da Solução indicada	12,8%	4
3	B/C	Análise de sensibilidade relação B/C	23,2%	2
4	Ganho	Ganho operacional potencial	27,6%	1
5	Fase	Fase de implantação do empreendimento	11,2%	5
6	Dist. porto	Distância do porto	9,5%	6

Fonte: Elaborado pelo autor.

Matriz das áreas de priorização.

n=	4	Number of criteria (2 to 10)	Scale:	1	AHP 1-9
N=	3	Number of Participants (1 to 20)	α :	0,1	Consensus: 87,4%
p=	0	selected Participant (0=consol.)	2	7	Consolidated
Objective	Áreas de Priorização				
Author	FINAL				
Date		Thresh:	1E-07	Iterations:	6
		EVM check:	2,6E-08		
Table	Criterion	Comment	Weights	Rk	
1	Potencialidade	Potencialidade de acidente	40,6%	1	
2	Mobilidade	Mobilidade urbana	23,0%	2	
3	Operação	Operação ferroviária	18,7%	3	
4	Estratégica	Avaliação Estratégica	17,6%	4	
5			0,0%		
6			0,0%		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma, os pesos a serem considerados na obtenção dos Índices de Priorização do PROSFER, foram os seguintes:

Pesos da matriz AHP aplicado aos itens de priorização.

ÁREA	Peso Área	ITEM	Peso Item
Potencialidade de acidente	40,62%	Grau de importância total	31,02%
		Transporte de passageiro	26,40%
		Transporte produto perigoso	24,13%
		Invasões	18,46%
Mobilidade urbana	23,00%	Nº de PNs' eliminadas	30,50%
		Hierarquia do centro urbano	25,01%
		Tempo de obstrução	31,83%
		Pátios e instalações ferroviários	12,66%
Operação ferroviária	18,73%	Taxa de ocupação da linha	26,60%
		Carga transportada	17,27%
		Velocidade média comercial - VMC	27,93%
		Curva - ferroviária	15,06%
		Rampa - ferroviária	13,14%
Avaliação Estratégica	17,65%	Custo de implantação	15,74%
		Complexidade da Solução indicada	12,79%
		Análise de sensibilidade relação B/C	23,16%
		Ganho operacional potencial	27,61%
		Fase de implantação do empreendimento	11,19%
		Distância do porto	9,51%

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.4.5 Índice de Priorização dos Empreendimentos

Com a definição de todos os pesos relacionado com as Áreas de Priorização e seus respectivos Itens de avaliação, assim como, do levantamento das variáveis necessárias a avaliação de cada empreendimento, foi dado início ao processo do cálculo dos Índices de Priorização do PROSEFER (IPP).

Dessa forma, a planilha utilizada para a determinação do IPP ficou conforme a estrutura abaixo

Modelo de Tabela do IPP.

Grupo	Peso Grupo (a)	ITEM	Peso item (b)	Valor do item	Valor equivalente (c)	Nota do item (d)=(a)x(b)x(c)
Potencialidade de acidente	40,62%	Grau de importância total	31,01%			
		Transporte de passageiro	26,40%			
		Transporte produto perigoso	24,13%			
		Invasões	18,46%			
		Total				
Mobilidade Urbana	23,00%	Nº de PNs' eliminadas	30,50%			
		Hierarquia do centro urbano	25,01%			
		Tempo de obstrução (horas/dia)	31,83%			
		Pátios e instalações ferroviários	12,66%			
		Total				
Operação ferroviária	18,73%	Taxa de ocupação da linha(%)	26,60%			
		Carga transportada(TU)	17,27%			
		Velocidade média comercial - VMC	27,93%			
		Curva - ferroviária (m)	15,06%			
		Rampa - ferroviária (%)	13,14%			
		Total				
Avaliação Estratégica	17,65%	Custo de implantação (R\$)	15,74%			
		Complexidade da Solução indicada	12,79%			
		Análise de sensibilidade relação	23,16%			
		Ganho operacional potencial	27,61%			
		Fase de implantação do empreendimento	11,19%			
		Distância do porto	9,51%			
		Total				
				IPP		

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.4.5.1 Limites de Corte e Normalização dos valores dos itens

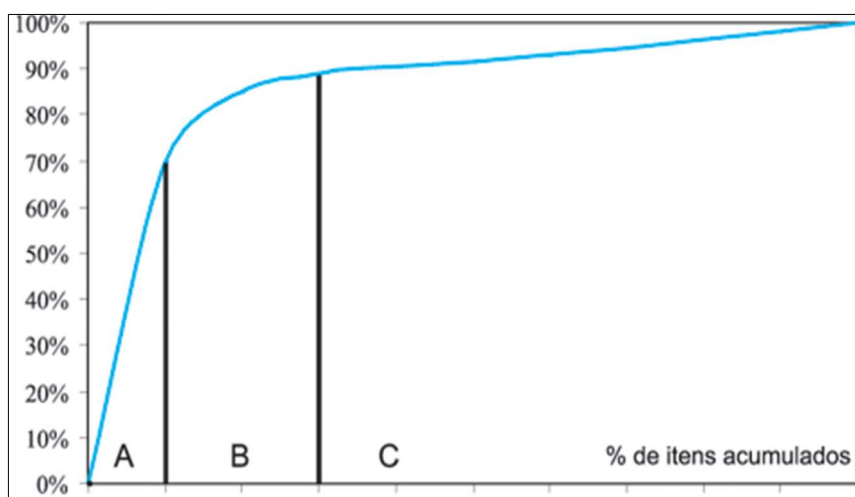
Em função de diversos fatores, tais como características dos conflitos ferroviários, natureza das soluções propostas, benefícios e diferentes taxas de utilização das ferrovias nacionais, verifica-se que os números obtidos para as variáveis, a serem utilizadas na priorização dos empreendimentos, quando distribuídos em uma escala linear, apresentaram valores com diferenças acentuadas entre os limites superiores e inferiores.

Acontece que os elementos da amostra não se encontram distribuídos de maneira uniforme entre esses limites, visto que poucas ocorrências são observadas nas extremidades da escala linear, ficando a maioria localizada próxima à mediana e entre os limites inferior e superior.

Como, na atual metodologia de cálculo do IPP, houve a necessidade de interpolações, baseadas em valores dessas amostras, se fez necessário o estabelecimento de um critério para o corte dos valores extremos (máximo e mínimo), de forma a se obter uma distribuição mais linear possível.

Assim, para definir esses limites de corte, considerou-se a ideia do princípio de Pareto para definição de Curvas ABC, em que os elementos com maiores valores estarão alocados em A e os de menores em C.

Curva ABC.

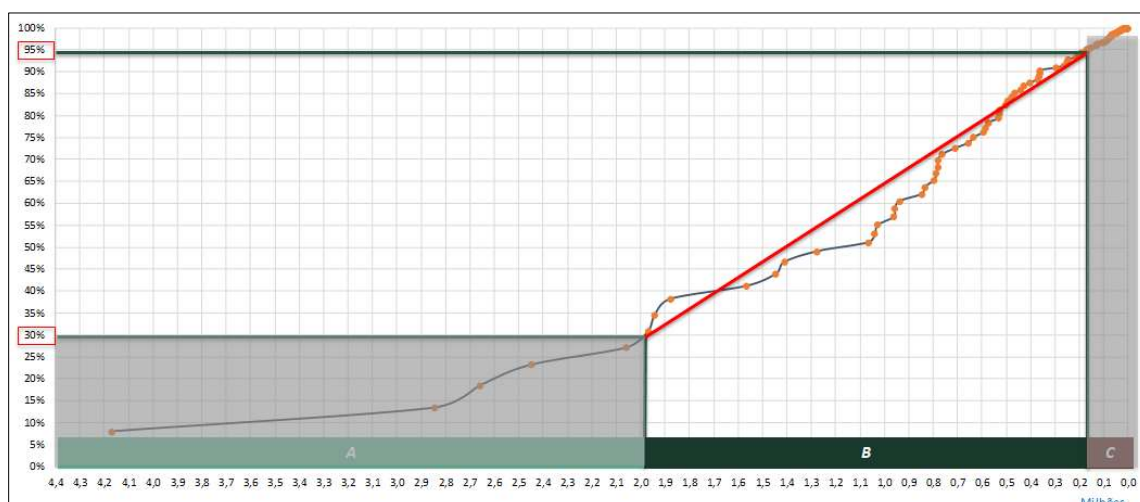


Fonte: Elaborado pelo autor.

O princípio indica que em 20% do total das unidades da amostra, se encontram 80% do valor total acumulado das amostras. Como, o que se pretende nesse estudo, é a obtenção de uma faixa com uma distribuição linear, porém bem representativa, a adoção direta desses percentuais, implicaria em uma redução drástica da amostra, o que prejudicará o resultado da interpolação pretendida.

Dessa forma, de maneira a se obter a distribuição linear dos valores, permitindo interpolações, considerou-se como limite do valor máximo de corte o número que represente 30% do valor total acumulado das amostras, e como limite do valor mínimo de corte o número que represente 95% do valor total acumulado das amostras, ou seja, desprezar as amostras compreendidas entre os valores de 95% a 100% do total.

Distribuição após a aplicação do método.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em resumo, os valores representativos e com variação uniforme estarão situados entre 30% e 95% do total da amostra. Ressalta-se que, para alguns casos, um dos limites poderá ser definido com base em critérios fundamentados por normas ou características físicas, econômicas ou operacionais, assim como, poderão haver redefinições de limites de corte ao longo da execução da atividade, de forma a manter a distribuição mais uniforme possível.

De forma a se obter a nota final de cada item de avaliação, foi necessário estabelecer uma metodologia para uniformizar as diversas variáveis para uma mesma base. Como os resultados máximo e mínimo do IPP serão, respectivamente, 1 (um) e 0 (zero), foi definido que os valores dos itens de avaliação, de cada empreendimento, deveriam assumir um valor equivalente de 1 a 0, porém, obedecendo o padrão de interpolação conforme os limites considerados.

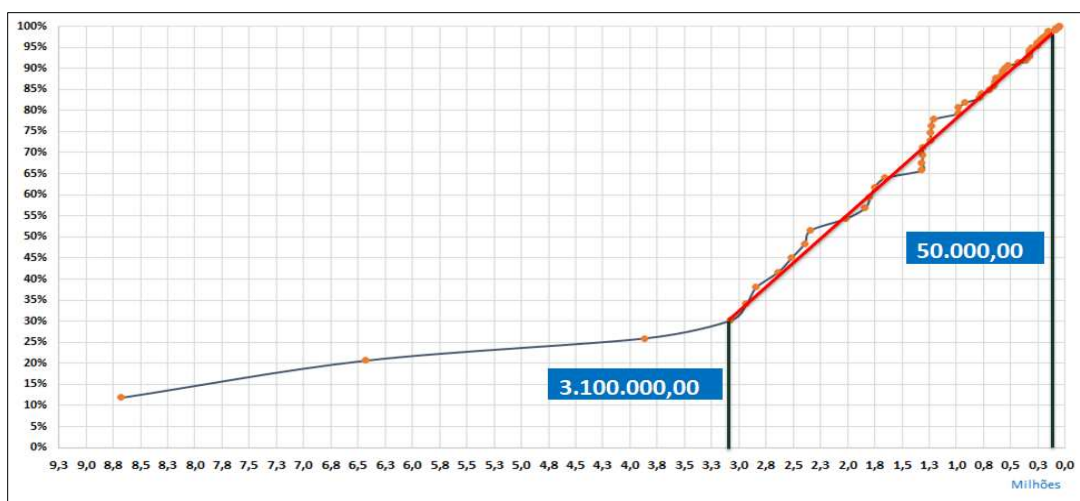
A seguir serão apresentados os limites de cortes considerados e as regras de normalização de valores empregadas para cada item de avaliação.

a) Potencialidade de acidente

- Grau de importância total (GIT)

De acordo do o método adotado, deveria ser utilizado o limite inferior da amostra, no caso 300.000. Entretanto, foi adotado o valor de 50.000 já definido pela NBR 7613/2019. Dessa forma, os limites foram fixados de 50.000 a 3.100.000.

Distribuição dos valores do grau de importância.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A relação dos valores equivalentes com os valores absolutos para esse item está apresentada a seguir:

Valores equivalentes do Grau de Importância.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Limite mínimo - 50.000	0
Limite máximo - 3.100.000	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obtenção de valores equivalentes para números variando entre os limites, usar a seguinte expressão de interpolação:

$$Valor\ Equivalente = \frac{(Valor\ absoluto - 50.000)}{3.050.000}$$

Para valores abaixo de 50.000 o equivalente será 0, assim como, para os acima de 3.100.000 o equivalente será 1.

- Transporte de passageiros

Valores equivalentes do Transporte de Passageiros.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Há o transporte	1
Não há o transporte	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Transporte de produtos perigosos

Valores equivalentes do Transporte de Produtos Perigosos.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Há o transporte	1
Não há o transporte	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Invasões

Valores equivalentes das Invasões.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Há invasão	1
Não há invasão	0

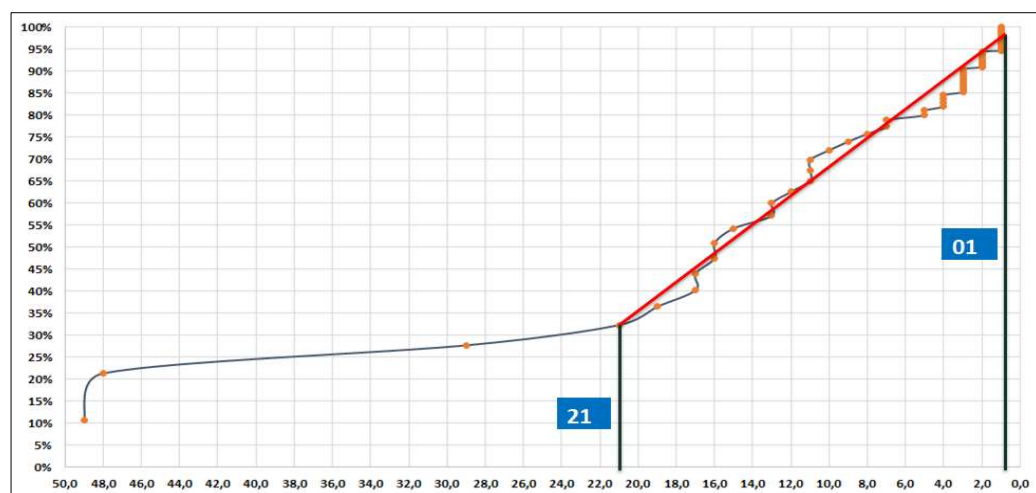
Fonte: Elaborado pelo autor.

b) Mobilidade urbana

- Número de PN's eliminadas

Os limites foram fixados de 01 a 21 PN's eliminadas.

Distribuição dos valores da quantidade de passagens eliminadas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A relação dos valores equivalentes com os valores absolutos para esse item está apresentada a seguir:

Valores equivalentes do Número de Passagens eliminadas.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Limite mínimo – 1 PN	0
Limite máximo – 21 PN's	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obtenção de valores equivalentes para números variando entre os limites, usar a seguinte expressão de interpolação:

$$Valor\ Equivalente = \frac{(Valor\ absoluto - 1)}{20}$$

Para valores acima de 21 PN's o equivalente será 1.

- Hierarquia do centro urbano

De acordo com a hierarquia atribuída ao município, o valor equivalente assumirá os seguintes valores:

Valores equivalentes da Hierarquia do Centro Urbano.

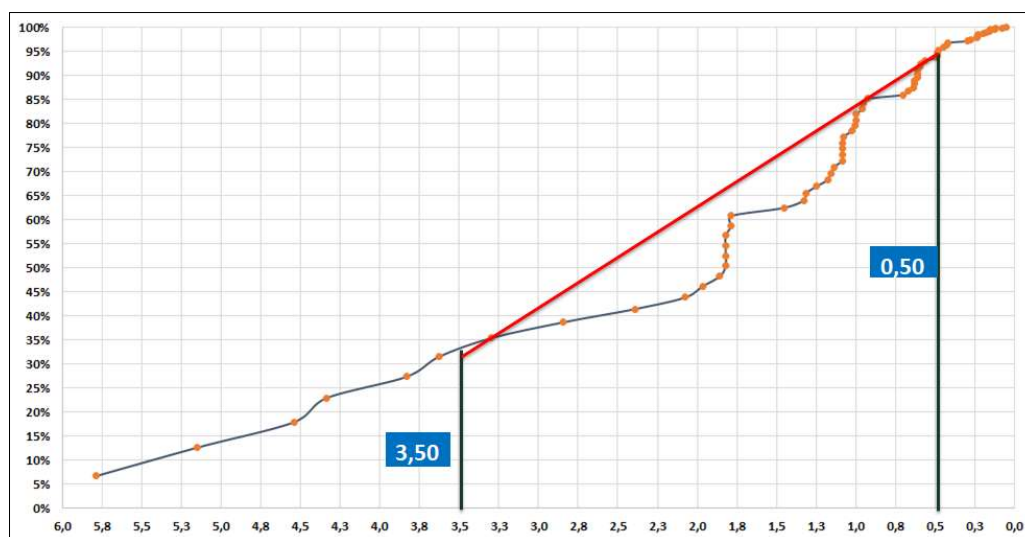
Hierarquia	Valor Equivalente
Metrópole	1,00
Capital regional	0,83
Centro sub-regional	0,40
Centro de zona	0,20
Centro local	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Tempo de obstrução

Os limites foram fixados de 0,50 a 3,50 horas/dia para o tempo de obstrução da PN.

Distribuição dos valores do tempo de obstrução.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A relação dos valores equivalentes com os valores absolutos para esse item está apresentada a seguir:

Valores equivalentes do Tempo de Obstrução.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Limite mínimo – 0,50 horas/dia	0
Limite máximo – 3,50 horas/dia	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obtenção de valores equivalentes para números variando entre os limites, usar a seguinte expressão de interpolação:

$$Valor\ Equivalente = \frac{(Valor\ absoluto - 0,5)}{3}$$

Para valores abaixo de 0,50 horas/dia o equivalente será 0, assim como, para os acima de 3,50 horas/dia o equivalente será 1.

- Pátios e instalações ferroviárias

Valores equivalentes dos Pátios e instalações ferroviárias.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Há pátio/instalações	1
Não há pátio/instalações	0

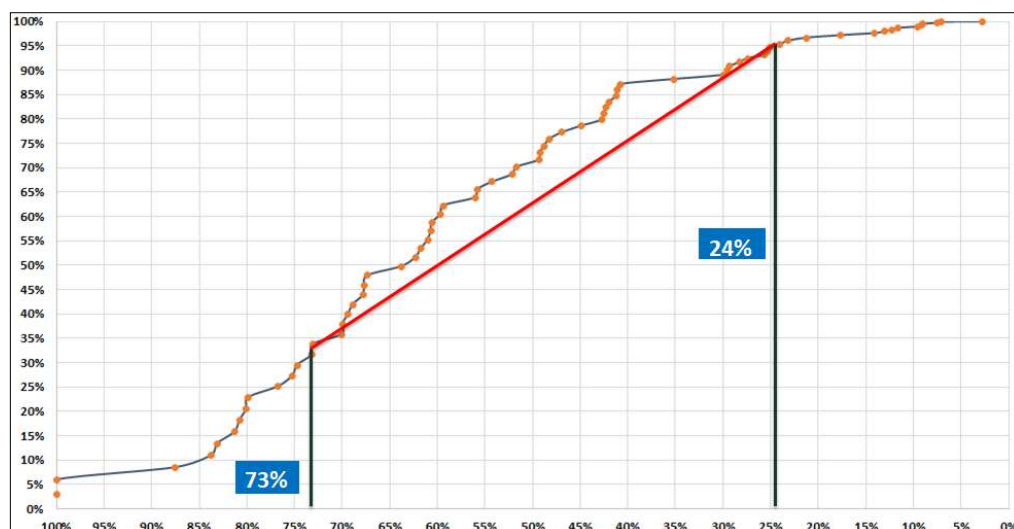
Fonte: Elaborado pelo autor.

c) Operação ferroviária

- Taxa de ocupação da linha

Os limites foram fixados de 24% a 73% de taxa de ocupação da linha.

Distribuição dos valores da taxa de ocupação da linha.



Fonte: elaborado pelo autor.

A relação dos valores equivalentes com os valores absolutos para esse item está apresentada a seguir:

Valores equivalentes da Operação Ferroviária.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Limite mínimo – 24%	0
Limite máximo – 73%	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obtenção de valores equivalentes para números variando entre os limites, usar a seguinte expressão de interpolação:

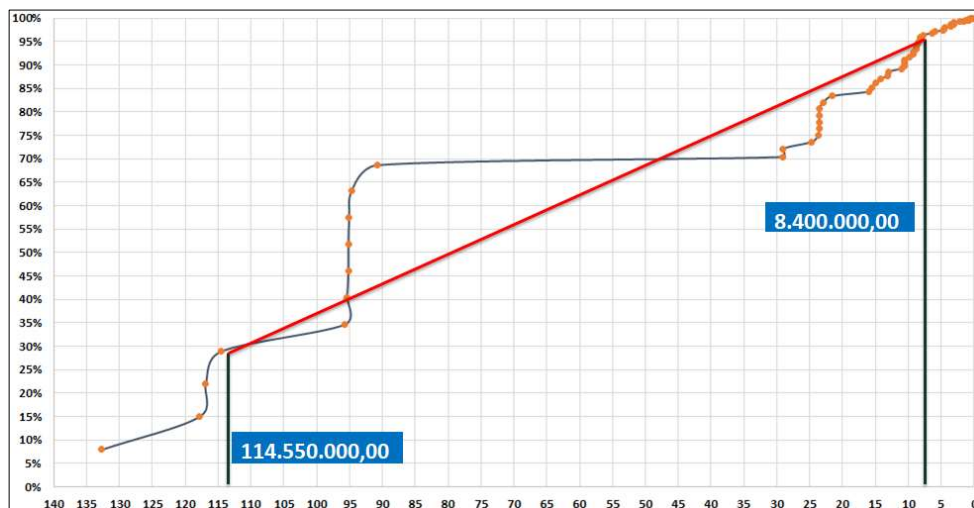
$$\text{Valor Equivalente} = \frac{(\text{Valor absoluto} - 24\%)}{49\%}$$

Para valores abaixo de 24% o equivalente será 0, assim como, para os acima de 73% o equivalente será 1.

- Carga transportada

Os limites foram fixados de 8.400.000 a 114.550.000 de toneladas úteis.

Distribuição dos valores da carga transportada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A relação dos valores equivalentes com os valores absolutos para esse item está apresentada a seguir:

Valores equivalentes da Carga Transportada.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Limite mínimo – 8.400.000 TU	0
Limite máximo – 114.550.000 TU	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obtenção de valores equivalentes para números variando entre os limites, usar a seguinte expressão de interpolação:

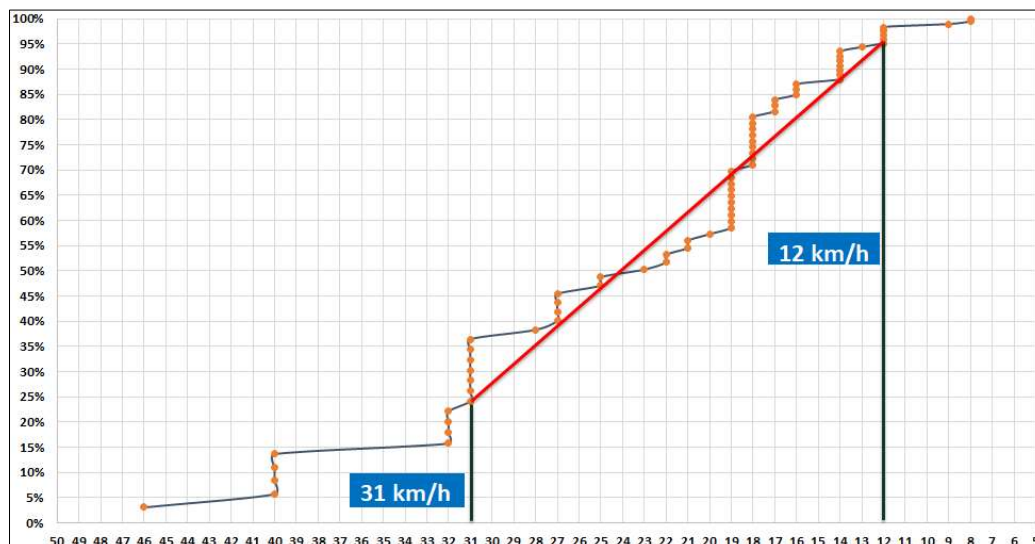
$$Valor\ Equivalente = \frac{(Valor\ absoluto - 8.400.000)}{106.150.000}$$

Para valores abaixo de 8.400.000 TU o equivalente será 0, assim como, para os acima de 114.550.000 o equivalente será 1.

- Velocidade média comercial – VMC

Os limites foram fixados de 12 km/h a 31 km/h.

Distribuição dos valores da velocidade média comercial.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A relação dos valores equivalentes com os valores absolutos para esse item está apresentada a seguir:

Valores equivalentes da Velocidade Média.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Limite mínimo – 12 km/h	1
Limite máximo – 31 km/h	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obtenção de valores equivalentes para números variando entre os limites, usar a seguinte expressão de interpolação:

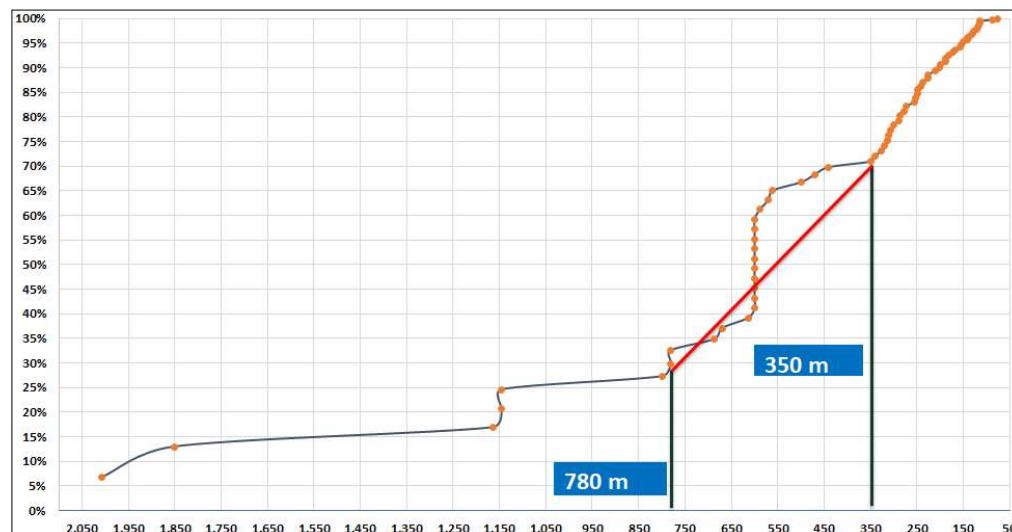
$$Valor\ Equivalente = \frac{(31 - Valor\ absoluto)}{19}$$

Para valores abaixo de 12 km/h o equivalente será 1, assim como, para os acima de 31 km/h o equivalente será 0.

- Curva ferroviária

Os limites foram fixados entre 350 m a 780 m.

Distribuição dos valores da curva ferroviária.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A relação dos valores equivalentes com os valores absolutos para esse item está apresentada a seguir:

Valores equivalentes da Curva Ferroviária.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Limite mínimo – 350 m	1
Limite máximo – 780 m	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obtenção de valores equivalentes para números variando entre os limites, usar a seguinte expressão de interpolação:

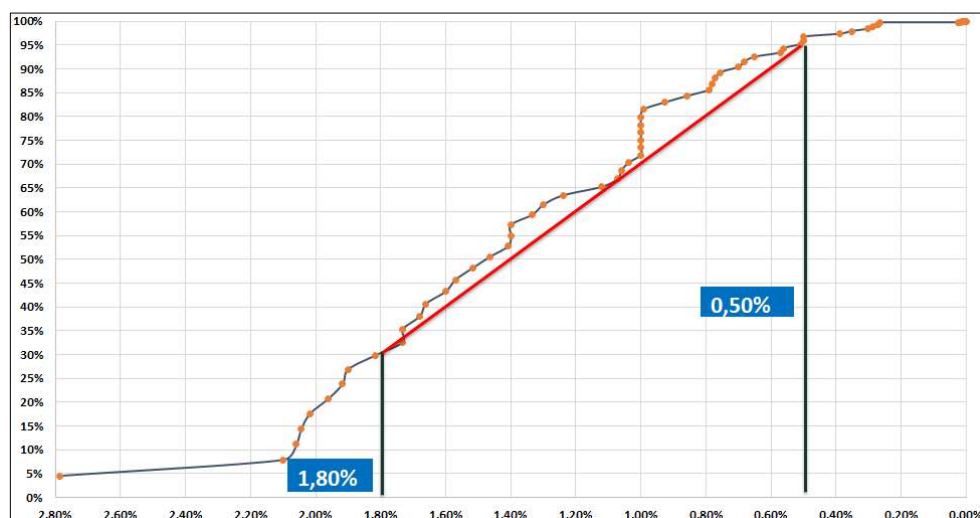
$$Valor\ Equivalente = \frac{(780 - Valor\ absoluto)}{430}$$

Para valores abaixo de 350 m o equivalente será 1, assim como, para os acima de 780 m o equivalente será 0.

- Rampa ferroviária

Os limites de rampa foram fixados de 0,5% a 1,80%.

Distribuição dos valores da rampa ferroviária.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A relação dos valores equivalentes com os valores absolutos para esse item está apresentada a seguir:

Valores equivalentes da Rampa Ferroviária.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Limite mínimo – 0,50%	0
Limite máximo – 1,80%	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obtenção de valores equivalentes para números variando entre os limites, usar a seguinte expressão de interpolação:

$$Valor\ Equivalente = \frac{(Valor\ absoluto - 0,5)}{1,30}$$

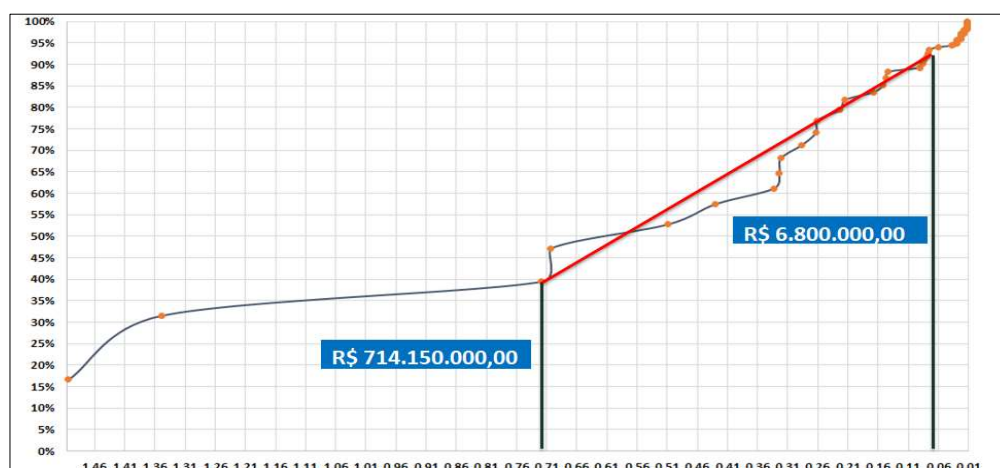
Para valores abaixo de 0,50% o equivalente será 0, assim como, para os acima de 1,80% o equivalente será 1.

d) Avaliação estratégica

- Custo de implantação

De acordo com o método adotado, os limites deveriam ser de R\$ 1.344.200.000,00 a R\$ 23.800.000,00, porém não haveria uma distribuição uniforme. Dessa forma, observando as amostras, optou-se em fixar os limites de R\$ 6.800.000,00 a R\$ 714.150.000,00.

Distribuição dos valores do custo de implantação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A relação dos valores equivalentes com os valores absolutos para esse item está apresentada a seguir:

Valores equivalentes da Avaliação Estratégica.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Limite mínimo – R\$ 6.800.000	1
Limite máximo – R\$ 714.150.000	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obtenção de valores equivalentes para números variando entre os limites, usar a seguinte expressão de interpolação:

$$Valor\ Equivalente = \frac{(714.150.000 - Valor\ absoluto)}{707.350.000}$$

Para valores abaixo de R\$ 6.800.000 o equivalente será 1, assim como, para os acima de R\$ 714.150.000 o equivalente será 0.

- Complexidade da solução indicada

De acordo com o tipo da solução, o valor equivalente assumirá os seguintes valores:

Valores equivalentes da Complexidade da Solução Indicada.

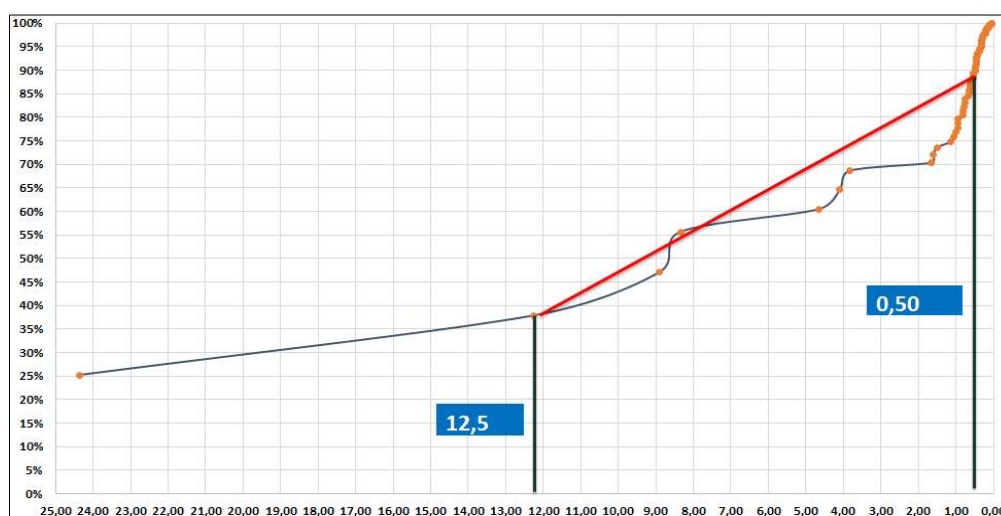
Solução	Valor Equivalente
Transposição simples	1,00
Solução integrada	0,75
Contorno	0,50
Variante	0,50
Rebaixamento	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Análise de sensibilidade (relação B/C)

Os limites fixados foram de 0,5 a 12,5.

Distribuição dos valores da análise de sensibilidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A relação dos valores equivalentes com os valores absolutos para esse item está apresentada a seguir:

Valores equivalentes da Análise da Sensibilidade.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Limite mínimo – 0,50	0
Limite máximo – 12,50	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obtenção de valores equivalentes para números variando entre os limites, usar a seguinte expressão de interpolação:

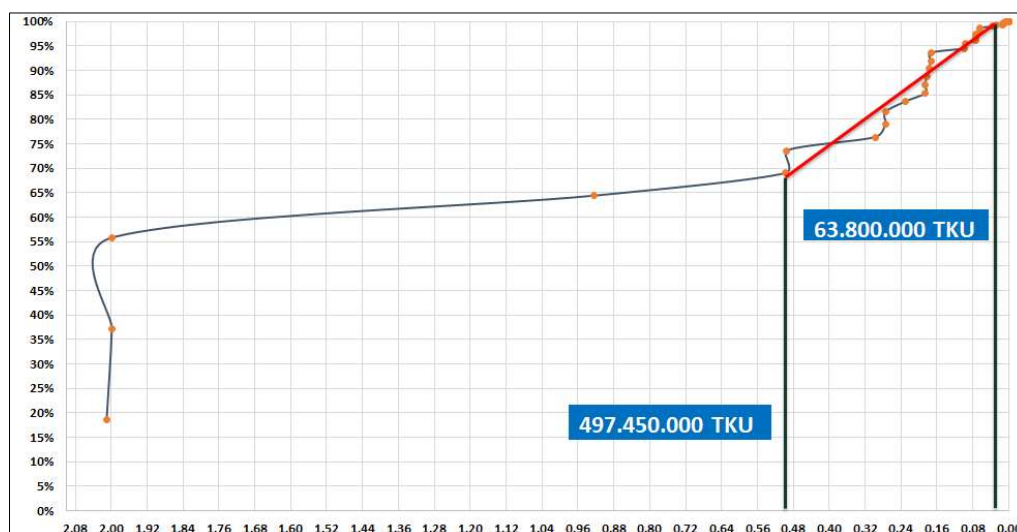
$$Valor\ Equivalente = \frac{(Valor\ absoluto - 0,5)}{12,00}$$

Para valores abaixo de 0,50 o equivalente será 0, assim como, para os acima de 12,50 o equivalente será 1.

- Ganho operacional potencial

De acordo com o método adotado, os limites deveriam ser de 1.998.950.000 TKU a R\$ 97.400.000 TKU, porém não haveria uma distribuição uniforme. Dessa forma, observando as amostras, optou-se em fixar os limites de R\$497.450.000 TKU a 63.800.000 TKU.

Distribuição dos valores do ganho operacional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A relação dos valores equivalentes com os valores absolutos para esse item está apresentada a seguir:

Valores equivalentes do Ganho Operacional.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Limite mínimo – 63.800.000 TKU	0
Limite máximo – 497.450.000 TKU	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obtenção de valores equivalentes para números variando entre os limites, usar a seguinte expressão de interpolação:

$$Valor\ Equivalente = \frac{(Valor\ absoluto - 63.800.000)}{433.650.000}$$

Para valores abaixo de 63.800.000 TKU o equivalente será 0, assim como, para os acima de 497.450.000 TKU o equivalente será 1.

- Fase de implantação do empreendimento

De acordo com a situação em que o empreendimento se encontra, o valor equivalente assumirá os seguintes valores:

Valores equivalentes da Fase de Implementação do Empreendimento.

Fase	Valor Equivalente
Projeto executivo aprovado	1,00
Projeto executivo em andamento	0,80
Projeto básico aprovado	0,60
Projeto básico em andamento	0,40
EVTEA aprovado	0,20
Não iniciado	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Distância do porto

A relação dos valores equivalentes com os valores absolutos para esse item está apresentada a seguir:

Valores equivalentes da Distância do Porto.

Valor Absoluto	Valor Equivalente
Limite mínimo – 2 km	1
Limite máximo – 93 km	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obtenção de valores equivalentes para números variando entre os limites, usar a seguinte expressão de interpolação:

$$Valor\ Equivalente = \frac{(93 - Valor\ absoluto)}{91}$$

Para valores abaixo de 2km o equivalente será 1, assim como, para os acima de 93km o equivalente será 0.

2.4.6 Cálculo dos IPP dos Empreendimentos

Após o cálculo do valor equivalente, calcula-se a nota do item, que consiste na multiplicação entre o peso Grupo (a), o peso do item (b) e o valor equivalente (c), conforme formula a seguir:

$$\text{Nota do Item} = \text{Peso Grupo} \times \text{Peso do Item} \times \text{Valor Equivalente}$$

A nota do IPP é obtida através do somatório dos itens que a compõem. Como exemplificado na tabela a seguir.

Metodologia de cálculo das notas dos itens.

Grupo	Peso Grupo (a)	ITEM	Peso item (b)	Valor apurado do item	Valor equivalente (c)	Nota do item (d)=(a)x(b)x(c)
Potencialidade de acidente	40,62%	Grau de importância total	31,01%	3.082.746,52	0,99	0,125
		Transporte de passageiro	26,40%	Não	0,00	0,000
		Transporte produto perigoso	24,13%	Sim	1,00	0,098
		Invasões	18,46%	Sim	1,00	0,075
		Total				
Mobilidade Urbana	23,00%	Nº de PNs’ eliminadas	30,50%	3,00	0,10	0,007
		Hierarquia do centro urbano	25,01%	Centro sub-regional	0,40	0,023
		Tempo de obstrução (horas/dia)	31,83%	3,83	1,00	0,073
		Pátios e instalações ferroviários	12,66%	Sim	1,00	0,029
		Total				
Operação ferroviária	18,73%	Taxa de ocupação da linha(%)	26,60%	75,21%	1,00	0,050
		Carga transportada(TU)	17,27%	10.656.125,00	0,02	0,001
		Velocidade média comercial - VMC(Km/h)	27,93%	12,00	1,00	0,052
		Curva - ferroviária (m)	15,06%	1.146,00	0,00	0,000
		Rampa - ferroviária (%)	13,14%	1,46%	0,74	0,018
		Total				
Avaliação Estratégica	17,65%	Custo de implantação (R\$)	15,74%	34.357.211,16	0,96	0,027
		Complexidade da Solução indicada	12,79%	Solução Integrada	0,75	0,017
		Análise de sensibilidade relação B/C	23,16%	4,63	0,34	0,014
		Ganho operacional potencial	27,61%	0,00	0,00	0,000
		Fase de implantação do empreendimento	11,19%	Não Iniciado	0,00	0,000
		Distância do porto	9,51%	2,00	1,00	0,017
		Total				
				IPP	0,626	

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.4.7 Classificação dos Empreendimentos

Concluídos os cálculos para a determinação dos índices de priorização dos empreendimentos considerados na atualização do Programa, foi elaborada a relação desses em ordem decrescente de priorização. A lista de classificação dos empreendimentos é apresentada no Relatório Consolidado.

Os 83 empreendimentos considerados no estudo atualizado foram exibidos, também, por ordem alfabética no referido relatório, em que são apresentadas: (1) a identificação do empreendimento, (2) o conflito ferroviário, (3) a solução indicada, (4) um breve relato sobre a metodologia de priorização, (5) os dados de entrada para a avaliação e por fim (6) o índice de prioridade do Prosefer com a classificação do empreendimento.

3. CONSIDERAÇÕES

Em função do dinamismo da natureza das informações abordadas nos processos de atualização e revisão do PROSEFER, a DIF deverá aprimorar periodicamente este Programa, em que novos métodos de avaliação poderão ser considerados.

Dessa forma, as metodologias aqui apresentadas poderão ser alteradas e/ou substituídas a medida que o Programa for aprimorado.