

PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DE PASSAGENS DE NÍVEL

Renata Cristina do Carmo
MRS Logística S. A.
Vânia Barcellos Gouvêa Campos
Instituto Militar de Engenharia
Jorge Eduardo Guimarães
MRS Logística S. A.

Resumo

As passagens de nível rodoviárias são os cruzamentos entre o modal rodoviário e o ferroviário, sendo pontos de alto risco de acidentes. Melhorias físicas devem ser feitas para proporcionar condições mais seguras nestes pontos. A escolha do tipo de melhoria a ser implementada em cada situação vai depender das condições de cada local, baseadas em vários parâmetros que influenciam na segurança de cada travessia. Neste trabalho identificam-se os parâmetros que influem na segurança dos cruzamentos e procura-se adotar critérios para avaliação dos mesmos visando determinar um Índice de Criticidade (IC). Com base neste índice é possível priorizar os cruzamentos que necessitam de intervenção e, conseqüentemente, o tipo de intervenção a ser utilizado, baseado nos riscos para os usuários.

Abstract

Grade crossings are crossings of road and railroad. They are points of high crash risk and, physical improvements must be made to provide safer conditions in crossings. The choice of the improvement to be implemented in each situation depends on the conditions of the place, based in parameters that influence the security of each passage. In this work, from identification of parameters that influence in security of crossings, a method for evaluation of them is considered, aiming to determine a Critical Index (CI). Based on this index is possible to prioritize the crossings that need intervention and, the type of intervention to be used, aiming to reduce the risks for users.

1- INTRODUÇÃO

As passagens de nível rodoviárias são os cruzamentos de dois importantes modais de transporte: o rodoviário e o ferroviário. Estes cruzamentos são pontos de alto risco e, embora a frequência de acidentes ferroviários seja inferior a de acidentes de outros modais viários, o índice de gravidade é bem elevado. Nestes casos, os índices de perda de vidas, ferimentos e danos materiais são muito alarmantes, especialmente, devido à diferença entre os veículos envolvidos, ou seja, uma composição ferroviária e um veículo rodoviário. Um agravante aos riscos em cruzamentos é o fato da composição ferroviária não poder parar imediatamente, necessitando de um longo trecho para vencer a inércia e reduzir a velocidade.

As conseqüências destes acidentes são abalroamentos com danos materiais e/ou ferimentos e/ou mortes de pessoas assim como, atropelamentos com ferimentos e/ou mortes. Esta situação acarreta o sofrimento de pessoas, o aumento de encargos para a sociedade, o desgaste da imagem da empresa perante a sociedade e prejuízos com o pagamento de indenizações às vítimas ou a seus familiares.

De acordo com o Comitê de Planejamento da ANTF (Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários) no Brasil existem cerca de 12.400 passagens de nível, sendo que 2.503 são consideradas críticas pelas operadoras (Revista Ferroviária, 2006). Entre as consideradas críticas, 134 passagens de nível foram consideradas prioritárias, pois além de

abaloamentos e atropelamentos a condição destes cruzamentos força a redução da velocidade dos trens nestes trechos, o que reduz a competitividade das ferrovias.

Muitos fatores podem contribuir para ocorrências de acidentes em passagens de nível, fatores físicos, relacionados à área do cruzamento, fatores operacionais do tráfego rodoviário e ferroviário, e fatores comportamentais, relacionados à maneira que motoristas e pedestres reagem às condições encontradas.

Em relação a fatores comportamentais, envolvendo motoristas e pedestres, são necessárias medidas de médio e longo prazo visando conscientização dos mesmos quanto aos riscos envolvidos em travessias rodo-ferroviárias.

Porém, melhorias físicas devem ser feitas para proporcionar condições mais seguras nas Passagens de Nível. A escolha do tipo de melhoria a ser implementada em cada situação vai depender das condições de cada local, baseadas em vários parâmetros que influenciam na segurança de cada travessia.

Torna-se necessário então, identificar os parâmetros que influem na criticidade dos cruzamentos e adotar critérios para avaliação dos mesmos. Assim, será possível classificar as passagens de nível em função de um índice de criticidade e priorizar as intervenções e as adequações de sinalização.

Neste trabalho buscou-se identificar os parâmetros que têm influência na segurança das passagens de nível e, a partir destes, definir um Índice de Criticidade que tornará possível priorizar os cruzamentos que necessitam de intervenção e, conseqüentemente, o tipo de intervenção a ser utilizado.

Assim, definiu-se um Índice de Criticidade (IC) para classificação das passagens de nível baseado em parâmetros quantitativos e qualitativos. Para se chegar à proposta deste índice foram pesquisados diferentes métodos de análise de passagens de nível apresentados na literatura e que vêm sendo utilizados por algumas Empresas Ferroviárias.

2- FATORES DE RISCO EM PASSAGENS DE NÍVEL

As características físicas da área onde a passagem de nível (PN) se encontra (rural ou urbana), assim como aspectos operacionais do tráfego ferroviário e rodoviário existentes no local, influenciam na ocorrência de situações de riscos e, conseqüentemente, de possíveis acidentes.

Existem vários tipos de proteção a serem utilizadas em cruzamentos rodo-ferroviários e para defini-los é importante identificar os fatores que podem trazer riscos às passagens de nível. Estes fatores são utilizados para análise, avaliação e definição do tipo de proteção adequada para minimizar este risco, fazendo o correto gerenciamento das passagens de nível, estabelecendo níveis de segurança adequados.

Deve-se fazer então, um levantamento de parâmetros que afetam a segurança nas passagens de nível (DENATRAN, 1987; USDT, 1986 e USDT, 2002) que são:

- tipo de rodovia
- numero de faixas

- condições do pavimento
- volume do tráfego rodoviário
- trânsito de pedestres
- velocidade máxima autorizada na rodovia
- iluminação
- distância de visibilidade de parada
- número de linhas
- volume de tráfego ferroviário
- histórico de acidentes
- rampa

A potencialidade de risco em uma passagem de nível está diretamente relacionada aos parâmetros listados. A identificação de alguns indicadores que relacionem tais parâmetros é de fundamental importância para a determinação das necessidades locais e, também, para definir prioridades de intervenção. Assim, estes fatores foram utilizados para definir alguns indicadores de segurança em passagens de nível que são apresentados a seguir.

3- INDICADORES DE ANÁLISE DE PASSAGENS DE NÍVEL

Existem três indicadores de análise de Passagens de Nível: o grau de importância (Gi), especificado pela norma brasileira NB 1238 (1989), o Fator ponderado de Acidentes (FPA), definido pela NB 1239 e o Momento de Circulação definido pela NB 666 (1989).

3.1 Grau de Importância de Travessia Rodoviária

O Grau de Importância (Gi) é um indicador que relaciona o fluxo de veículos rodoviários e a quantidade de trens que passam por um cruzamento por um dia com um fator representativo das condições operacionais da PN:

$$Gi = f \times T \times V$$

Onde:

f = fator representativo das condições de visibilidade, características de localização e composição de trânsito da PN.

T = quantidade de veículos ferroviários que cruzam a PN, em ambos os sentidos, por dia.

V = volume de veículos rodoviários que cruzam a PN, em ambos os sentidos, por dia.

A determinação do fator *f* é feita com base em um levantamento de campo, utilizando a Tabela 1. Nesta Tabela, deve-se assinalar um valor (coluna 2) para cada característica (coluna 1) apresentada na Tabela 1. Multiplica-se este valor pelo peso de importância (coluna 3), encontrando-se então, o valor final (coluna 4) para cada característica. Somando-se todas as parcelas do valor final e dividindo-se o total por 100, encontra-se *f*, um coeficiente que varia entre 1 e 2.

Entende-se por trânsito não habitual a presença de turistas de fim de semana e feriados, festas locais que atraem muitos visitantes, épocas de colheitas (safra), que por não saberem da existência do cruzamento, afetam a segurança do mesmo.

Tabela 1 - Cálculo do fator do indicador Gi - Fonte: NB-1238

Característica da travessia			Valor		Peso de Importância	Valor final (2x3)
1			2		3	4
01	Visibilidade	acima de 300m	2	<input type="text"/>	10	
02		(150 a 300)m	3	<input type="text"/>		
03		abaixo de 150m	4	<input type="text"/>		
04	Rampa máx. de aproximação via pública	abaixo de 3%	2	<input type="text"/>	7	
05		(3 a 5)%	3	<input type="text"/>		
06		acima de 5%	4	<input type="text"/>		
07	VMA do trem mais rápido	abaixo de 40km/h	2	<input type="text"/>	7	
08		(40 a 80)km/h	3	<input type="text"/>		
09		acima de 80km/h	4	<input type="text"/>		
10	Nº de vias férreas	via simples	2	<input type="text"/>	6	
11		via dupla	3	<input type="text"/>		
12		via tripla ou mais	4	<input type="text"/>		
13	VMA na via pública	abaixo de 50km/h	2	<input type="text"/>	5	
14		(50 a 80)km/h	3	<input type="text"/>		
15		acima de 80km/h	4	<input type="text"/>		
16	Trânsito de ônibus	até 5%	2	<input type="text"/>	5	
17		(5 a 20)%	3	<input type="text"/>		
18		acima de 20%	4	<input type="text"/>		
19	Trânsito de caminhões	até 5%	2	<input type="text"/>	4	
20		(5 a 20)%	3	<input type="text"/>		
21		acima de 20%	4	<input type="text"/>		
22	Trânsito não habitual	até 5%	2	<input type="text"/>	4	
23		(5 a 20)%	3	<input type="text"/>		
24		acima de 20%	4	<input type="text"/>		
25	Trânsito de pedestres	até 5%	2	<input type="text"/>	2	
26		(5 a 20)%	3	<input type="text"/>		
27		acima de 20%	4	<input type="text"/>		
28	Total					

De acordo com o valor de Gi encontrado, pode-se efetuar a escolha preliminar de um tipo de proteção a ser utilizado, conforme a Tabela 2 .

Tabela 2 – Proteção recomendada de acordo com o Grau de Importância

Gi	Proteção Recomendada
Gi ≤ 20.000	SOS
Gi ≥ 20.000	SMG - SML SAG - SAL

Fonte: Procedimento N-DSE.017 - RFFSA

A proteção recomendada segue a classificação apresentada no Procedimento N-DSE.018 – Passagem de Nível – Cadastro (1986), da RFFSA:

- SOS – Sem aviso de aproximação de trem (sinalização passiva, só placas);
- SMG – Sinalização manual com guarda-cancela (bandeiras, cancelas manuais sem energia elétrica, cancelas manuais com energia elétrica mas com acionamento pelo guarda-cancela, isto é, sem circuito de via);
- SML – Sinalização Manual sem guarda-cancela (acionamento a distância, como de estação, por exemplo, sem circuito de via);
- SAG – Sinalização automática com guarda-cancela (acionamento pelo circuito de via);
- SAL – Sinalização automática sem guarda-cancela (acionamento pelo circuito de via).

3.2 Fator Ponderado de Acidentes (FPA)

Para o cálculo da potencialidade de risco de uma PN, função dos acidentes nela verificados, é adotado o FPA dos últimos 5 anos (FPA_5), calculado pela fórmula:

$$FPA_5 = 9,5M + 3,5F + D$$

Onde:

M = Número de acidentes com mortos, em cinco anos.

F = Número de acidentes com feridos, em cinco anos.

D = Número de acidentes com apenas danos materiais, em cinco anos.

De acordo com o Manual de Cruzamentos Rodoferroviários (1979), o FPA_5 representa a intensidade e a severidade dos acidentes na passagem de nível durante os últimos cinco anos. Um cruzamento que possui um elevado FPA_5 apresenta maior potencialidade de risco e, conseqüentemente, requer para os usuários melhorias mais completas e eficientes.

Os valores do Fator Ponderado de Acidentes esperados para as condições típicas, podem ser determinados através da análise dos acidentes ocorridos em um cruzamento com características semelhantes ao cruzamento em estudo. Onde tal análise não for possível, valores generalizados de Fator Ponderado de Acidentes (FPA_T), para 5 anos, em condições típicas, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores de Fator Ponderado de Acidentes Típico

			FPA _T
Cruzamento Localizados em:	Áreas Urbanas	Vias Expressas	20
		Vias Arteriais	17
		Vias Coletoras	14
		Vias Locais	10
	Áreas Rurais	Vias de Classe 0	15
		Vias de Classe I	13
		Vias de Classe II	10
		Vias de Classe III	7
		Vias de Classe IV	5

Fonte: Adaptado do Manual de Cruzamentos Rodoferroviários

Através da comparação do FPA calculado para 5 anos com o FPA típico (FPA_T) para cruzamentos semelhantes, pode-se concluir se a PN tem um FPA elevado, e consequentemente, condições mais perigosas do que as condições típicas esperadas para o cruzamento, e requer intervenções imediatas para melhorias.

Caso os dados disponíveis sejam de um período inferior a cinco anos e maior do que seis meses, pode-se determinar o Fator Ponderado de Acidentes de n meses (FPA_{n meses}) observado no local:

$$FPA_{n \text{ meses}} = 9,5M' + 3,5F' + D'$$

Onde:

M' = Número de acidentes com mortos, em n meses.

F' = Número de acidentes com feridos, em n meses.

D' = Número de acidentes com apenas danos materiais, em n meses.

3.3 Momento de Circulação

De acordo com o procedimento N-DES.017 – Passagem de Nível – Concessão, Projeto e Manutenção – RFFSA (1986) e com a NB-666 (1989), o Momento de Circulação é calculado pela fórmula:

$$K = (V_D \times T_D + 1,4 V_N \times T_N) \times L$$

Onde:

K = Momento de Circulação

V_D = Volume de veículos rodoviários durante o dia

V_N = Volume de veículos rodoviários durante a noite

T_D = Quantidade de trens durante o dia

T_N = Quantidade de trens durante a noite

L = Fator de ajustamento para a quantidade de vias férreas

O fator L varia de acordo com o número de linhas do cruzamento, como mostrado na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 – Determinação do Fator L

Número de Linhas	L
1	1
2	1,3
3 ou mais	1,5

Fonte: Manual de Cruzamentos Rodo ferroviários

A determinação do volume de veículos rodoviários e de composições ferroviárias que circulam pelo cruzamento é feita através de levantamentos de campo. De acordo com a NB-1238 (1989), a contagem deve ser realizada em dia útil, representativo do ano, de preferência em uma terça, quarta ou quinta-feira e fora de circulação sazonal (temporada de turismo, de praia, de estação de águas, de férias, de festa ou outra).

Com a determinação do volume dos diferentes tipos de veículos (carros de passeio, ônibus e caminhões) é necessário transformá-los a uma base comum, através de fatores de equivalência para se poder comparar volumes com composições diferentes.

A Tabela 5, a seguir, mostra melhorias propostas em função do Momento de Circulação para um cruzamento rodo-ferroviário em área rural e, a Tabela 6, melhorias para cruzamentos em área urbana.

Tabela 5 – Melhorias em PN (área rural) de acordo com K

		CLASSE DA RODOVIA					
		K - (10³)	Classe 0	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Sem energia elétrica	0 - 5	Para este tipo de via não é permitido PN. Caso isto aconteça, é necessário protegê-la com cancela até que a PN possa ser separada com travessia em desnível.		1b	1b	1a	1a
	5 - 25			2b	2b	2a	2a
	25 - 50			2c	2c	2a	2a
	50			2d	2d	2c	2b
Com energia elétrica	0 - 5		1b	1b	1a	1a	
	5 - 25		3b ou 4	3b ou 4	2a	2a	
	25 - 50		3c	3b ou 4	3b	3b	
	50		5	5	3e	3e	

Fonte: Adaptado do Manual de Cruzamentos Rodoferroviários

Tabela 6 – Melhorias em PN (área urbana) de acordo com K

		Classificação da Via					
		K - (10³)	Necessidade do Pedestre	Vias Expressas	Vias Arteriais	Vias Coletoras	Vias Locais
Sem energia elétrica	0 - 10			Para este tipo de via não é permitido PN. Caso isto aconteça, é necessário protegê-la com cancela até que a PN possa ser separada com travessia em desnível.	1b	1b	1a
	10 - 50				2c	1b	1a
	50 - 100				2c	2c	2a
	> 100				2d	2c	2b
Com energia elétrica	0 - 10		Baixo		1b	1b	1a
			Alto		3a	3a	3a
	10 - 50		Baixo		3b	3b	2c
			Alto		4	4	3c
	50 - 100		Baixo		4	4	3c
			Alto		4	4	3d
> 100	Baixo	5	5	3e			
	Alto	5	5	3f			

Fonte: Adaptado do Manual de Cruzamentos Rodoferroviários

Maiores detalhes sobre os tipos de melhorias apresentados nas Tabelas 5 e 6 podem ser encontrados no Manual de Cruzamentos Rodoferroviários (1979) e em Carmo (2006).

Como foi dito no início deste item, a potencialidade de risco em uma passagem de nível está diretamente relacionada aos parâmetros que foram definidos anteriormente. Alguns destes parâmetros foram citados nas descrições de Indicadores como o FPA₅, o Gi e K. A Tabela 7, a seguir, apresenta um resumo dos parâmetros considerados em cada um dos indicadores.

Tabela 7 – Relação entre Indicadores e Parâmetros

Parâmetro	Gi	FPA5	K
Classificação Rodoviária		X	X
Volume do Tráfego Rodoviário	X		X
Velocidade Máxima Permitida	X		
Trânsito de Pedestres	X		
Visibilidade de Parada	X		
Número de Linhas	X		X
Volume do Tráfego Ferroviário	X		X
Histórico de Acidentes		X	
Rampa	X		

Entre os fatores físicos analisados, alguns não são utilizados para o cálculo dos indicadores:

- Número de Faixas;
- Iluminação;
- Condições do Pavimento.

Para avaliar e tratar corretamente a segurança oferecida aos usuários das passagens de nível é preciso definir um índice que abranja o maior conjunto de parâmetros de risco. Para isso, propõe-se, no item a seguir, um método que potencialize os pontos positivos dos Indicadores apresentados, incluindo características físicas, não consideradas por estes indicadores. Esta ferramenta tem o intuito de melhorar as condições de segurança oferecidas aos usuários dos cruzamentos rodo-ferroviários, definindo corretamente o tipo de sinalização a ser utilizada.

4- ÍNDICE DE CRITICIDADE

De acordo com o exposto no item anterior, têm-se três indicadores normatizados (Gi, FPA e K) que são utilizados na definição do tipo de proteção a ser utilizado em passagens de nível. Ainda assim, percebe-se que fatores que são de grande importância para avaliação do risco em um cruzamento rodo-ferroviário, não são levados em consideração para o cálculo destes indicadores. Estes fatores devem, assim, compor um índice, visando melhor avaliar o tipo de proteção a ser utilizado em cada PN. Desta forma propõe-se um Índice de Criticidade (IC), a partir de uma análise de parâmetros de risco e daqueles que compõem os indicadores Grau de Importância e Momento de Circulação.

Conforme visto anteriormente, o Gi relaciona o volume de veículos rodoviários (V) e a quantidade de trens que passam por um cruzamento (T) por um dia com um fator *f* representativo das condições físicas da PN. O Momento de Circulação relaciona o volume de veículos rodoviários (V_D e V_N) com a quantidade de trens (T_D e T_N), durante o dia e a noite, multiplicados por L, um fator de ajustamento para a quantidade de vias férreas. Assim, o Grau de Importância, como também o Momento de Circulação, relaciona o volume de veículos rodoviários com a quantidade de trens. Contudo, o Momento de Circulação é mais específico

quanto à determinação dos fluxos rodoviários e ferroviários, visto que atenta para as diferenças entre o tráfego diário e noturno.

Quanto a características físicas do cruzamento rodo-ferroviário, o momento de circulação só considera o número de linhas férreas existentes no cruzamento, deixando também de observar outros parâmetros importantes.

O indicador Fator Ponderado de Acidentes (FPA), especificado pela NB 1239, representa a intensidade e a severidade dos acidentes na passagem de nível durante os últimos cinco anos. Assim, Fator Ponderado de Acidentes é um indicador da potencialidade de risco de uma passagem de nível em função de fatos ocorridos no passado, porém, não são observadas as características atuais de circulação ferroviária e rodoviária, assim como não são analisadas as características físicas do cruzamento.

O Momento de Circulação (K) e o Grau de Importância (Gi) têm o mesmo fundamento básico, ou seja, uma relação entre o volume de veículos rodoviários e a quantidade de trens que passam por um cruzamento. Ambos, porém, deixam de considerar parâmetros relevantes no que diz respeito à segurança em passagens de nível. Desta forma, propõe-se um método utilizando os pontos positivos destes dois indicadores, considerando todos os parâmetros envolvidos. O objetivo é melhor definir a proteção indicada com base nas condições reais do cruzamento.

Assim, toma-se inicialmente como base o Grau de Importância: $G_i = f \times T \times V$ sabendo-se que o produto $T \times V$ é uma relação entre a quantidade de trens que passam por um cruzamento e o volume de veículos rodoviários. Entretanto, neste índice, não se faz distinção entre os fluxos diurnos e noturnos, podendo-se assumir que esta parcela tem uma relação semelhante no Momento de Circulação que é mais eficiente ao retratar a realidade do cruzamento rodo-ferroviário. Sendo assim, substitui-se esta parcela e defini-se o Índice de Criticidade (IC) como:

$$IC = f \times (V_D \times T_D + 1,4 V_N \times T_N)$$

Dessa maneira, potencializam-se os pontos fortes dos dois indicadores, ou seja, o fator f representativo das condições físicas da PN utilizado no Grau de Importância, e uma relação quantidade de trens \times volume de veículos rodoviários mais completa, como feito para o Momento de Circulação. Além disso, existem algumas características físicas que não estão sendo analisadas e para tanto se propõe uma nova forma de cálculo do fator f utilizando-se a Tabela 8. Nesta Tabela, acrescentam-se as características físicas que não são avaliadas, no fator f anteriormente definido na Tabela 1 no Grau de Importância, retirando aqueles que estão redundantes, como o fluxo de veículos. Para definir os pesos destes novos parâmetros, elaborou-se um questionário junto a um grupo de especialistas em Engenharia Ferroviária para que estes avaliassem a influência dos novos parâmetros incluídos na segurança do cruzamento considerando-se os pesos já definidos na Tabela original (Tabela 1) para os demais parâmetros. Foram enviados 25 (vinte e cinco) questionários por *email* a especialistas da área ferroviária no Brasil. Foram recebidos 18 (dezoito) questionários respondidos, dos quais 17 (dezessete) foram considerados válidos.

O resultado obtido através da formulação do IC terá a mesma ordem de grandeza do Momento de Circulação, visto que substitui-se L , que varia em função do número de linhas de 1 a 1,5,

conforme a Tabela 4, pelo novo fator f , que varia de 1 a 2. Dessa forma, pode-se usar as Tabelas 5 e 6 (Momento de Circulação) para determinar o tipo de melhoria a ser adotado em cada passagem de nível. A diferença é que o dado de entrada, ou seja, o IC é mais consistente que o K, visto que considera fatores físicos que influem na segurança dos cruzamentos.

Tabela 8 - Formulário para o cálculo do fator f com novos parâmetros e pesos avaliados.

Característica da travessia			Valor	Peso de Importância	Valor final (2x3)
1			2	3	4
01	Visibilidade	acima de 300m	2	<input type="text"/>	10
02		(150 a 300)m	3	<input type="text"/>	
03		abaixo de 150m	4	<input type="text"/>	
04	Rampa máx. de aproximação via pública	abaixo de 3%	2	<input type="text"/>	7
05		(3 a 5)%	3	<input type="text"/>	
06		acima de 5%	4	<input type="text"/>	
07	VMA do trem mais rápido	abaixo de 40km/h	2	<input type="text"/>	7
08		(40 a 80)km/h	3	<input type="text"/>	
09		acima de 80km/h	4	<input type="text"/>	
10	Nº de vias férreas	via simples	2	<input type="text"/>	6
11		via dupla	3	<input type="text"/>	
12		via tripla ou mais	4	<input type="text"/>	
13	VMA na via pública	abaixo de 50km/h	2	<input type="text"/>	5
14		(50 a 80)km/h	3	<input type="text"/>	
15		acima de 80km/h	4	<input type="text"/>	
25	Trânsito de pedestres	até 5%	2	<input type="text"/>	2
26		(5 a 20)%	3	<input type="text"/>	
27		acima de 20%	4	<input type="text"/>	
28	Número de Faixas Rodoviárias	1 faixa	2	<input type="text"/>	5
29		2 faixas	3	<input type="text"/>	
30		3 ou mais faixas	4	<input type="text"/>	
31	Condições do Pavimento	Inexistente	2	<input type="text"/>	4
32		Irregular	3	<input type="text"/>	
33		Regular	4	<input type="text"/>	
34	Iluminação	Inexistente	2	<input type="text"/>	4
35		Insuficiente	3	<input type="text"/>	
36		Eficiente	4	<input type="text"/>	
37	Total				

5- PROCEDIMENTO DE ANÁLISE

Para utilização do índice de criticidade (IC) no processo de decisão propõem-se um procedimento básico de análise. O fluxograma apresentado na Figura 1 ilustra o “passo a passo” do procedimento proposto para a aplicação do método e tomado de decisão quanto ao tipo de proteção para cada passagem de nível.

Todas as passagens de nível do trecho em estudo têm que ser avaliadas para aplicação do Índice de Criticidade (IC). Parte-se então, de uma avaliação física de cada passagem de nível. Com base nesta inspeção, obtêm-se todos os dados relativos aos fluxos de veículos e de trens que passam pelo cruzamento rodo-ferroviário, além dos parâmetros físicos que são considerados para o cálculo do fator f .

Estes dados são avaliados e a partir deles, calcula-se o Índice de Criticidade (IC). Com o resultado obtido, utilizam-se as Tabelas 6 e 7 para escolher a melhoria específica para a passagem de nível avaliada.

Neste momento, é fundamental que o Fator Ponderado de Acidentes (FPA) seja observado, pois pode haver casos em que a proteção indicada para o cruzamento já exista no local e, ainda assim, o mesmo apresente um FPA₅ elevado em relação ao FPA Típico.

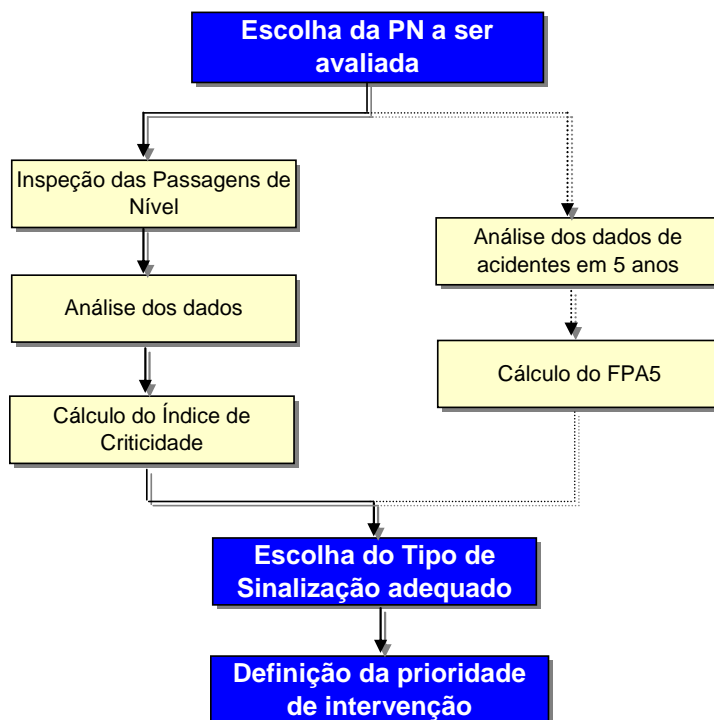


Figura 1 - Estrutura do Procedimento de Análise da PN

A partir da aplicação deste Índice de Criticidade e da avaliação do Fator Ponderado de Acidentes, as passagens de nível serão priorizadas para receber intervenções. O método é mais objetivo, pois considera todos os fatores relacionados à segurança em cruzamentos rodo-ferroviários. As passagens de nível que apresentarem um tipo de proteção inferior ao indicado pelo IC deverão ser as primeiras a sofrer manutenção, assim como os cruzamentos que apresentarem um FPA₅ elevado em relação ao FPA esperado.

6- CONCLUSÕES

Para reduzir o número de ocorrências e aumentar o nível de segurança oferecido aos usuários dos cruzamentos rodo-ferroviários, é necessário efetuar melhorias físicas na área da passagem de nível, como a adequação da sinalização. Por isso, procurou-se desenvolver um Índice para avaliação das características físicas da área com intuito de determinar o tipo de melhoria a ser implantada em cada PN. Estudaram-se os parâmetros que mais influenciam as condições de segurança na área das passagens de nível, os principais indicadores encontrados em normas técnicas da ABNT e, por fim, a maneira como estes se relacionam. A partir deste estudo, propõe-se um Índice de Criticidade (IC), um método que potencializa os pontos positivos de cada indicador assim como relaciona as principais características físicas.

Entende-se que o Índice de Criticidade (IC) proposto apresenta um progresso para a escolha da sinalização a ser aplicada. É um método que considera todos os aspectos físicos relacionados à segurança de uma passagem de nível e considera ainda os pontos positivos dos Indicadores conhecidos. Possibilita então a determinação da sinalização mais apropriada e ajuda a priorizar as intervenções a serem feitas.

Assim, além da utilização do indicador FPA, o uso do IC possibilita identificar de forma mais objetiva o problema que deve ser tratado nas passagens de nível, buscando uma redução do número de acidentes e, conseqüentemente, uma redução de custos. Esta redução de custos virá não somente com a diminuição de acidentes, mas também com a escolha mais adequada da sinalização.

REFERÊNCIAS

- ABNT — NB 1238, (1989) “*Determinação do grau de importância da travessia rodoviária através de via férrea*”, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Norma Brasileira.
- ABNT — NB-1239, (1989) “*Determinação do fator ponderado de acidentes de travessia rodoviária em passagem de nível através de via férrea*” – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Norma Brasileira.
- ABNT — NB-666, (1989) “*Via férrea – Travessia rodoviária – Momento de Circulação*” – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Norma Brasileira.
- ABNT — NBR-11542, (1998) “*Via férrea – Travessia – Identificação*” – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Norma Brasileira.
- ABNT — NBR 8736, (1985) “*Proteção para passagem de nível rodoviário em via férrea – Classificação*” – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Norma Brasileira.
- Carmo, R. C. (2006) Procedimento para Avaliação de Passagens de Nível, Monografia de conclusão do Curso de Transporte Ferroviário de Carga, Instituto Militar de Engenharia/ MRS Logística, Rio de Janeiro.
- Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), (1987) *Manual de Cruzamentos Rodoferroviários, Coleção Serviços de Engenharia*, 2ª edição, Brasília, DF.
- Rede Ferroviária Federal S.A., (1986) Passagem de Nível – *Concessão, Projeto, Manutenção*, N-DSE-017, Rio de Janeiro, RJ.
- Rede Ferroviária Federal S.A., (1986) Passagem de Nível – Cadastro, N-DSE-018, Rio de Janeiro, RJ.
- Revista Ferroviária, Ano 67, (2006) “*Brasil tem 2.503 passagens em nível críticas*”, páginas 18 e 19, Abril.
- U.S. Department of Transportation (USDOT), (2002), *Guidance on Traffic Control Devices at Highway-rail Grade Crossings*, November.
- U.S. Department of Transportation (USDOT), (1986), *Railroad-Highway Grade Crossing Handbook*, 2nd edition, September.