

## SEGURANÇA NAS INTERSEÇÕES URBANAS: VLT x VEÍCULOS

Rafael Lima Viana<sup>1</sup>  
Luiz Afonso Penha de Sousa<sup>1</sup>  
Paulo Cezar Martins Ribeiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca-RJ

<sup>2</sup>Programa de Engenharia de Transportes COPPE/UFRJ

### RESUMO

O sistema do VLT é considerado por muitos especialistas em transporte urbano uma alternativa mais barata e sustentável que outros meios de transporte público, aliando conforto, segurança e eficiência. Por suas vantagens, o sistema de VLT ajudou inúmeras cidades do mundo a minimizarem problemas de mobilidade urbana. Porém, com a inserção do VLT nos meios urbanos, devem ser consideradas medidas de segurança a fim de minimizar os riscos que um sistema de transporte pode gerar em um ambiente já consolidado. O objetivo deste estudo é analisar a segurança ao longo das linhas do VLT, focando nas áreas mais críticas: nas interseções urbanas do VLT com os veículos. Pretende-se analisar as situações que geram maior risco aos usuários, as principais causas dos acidentes; o papel dos condutores na questão e apresentar medidas mitigadoras do problema. É constatado que a má interpretação do motorista, a violação da sinalização e o giro a esquerda, são a principal causa de acidentes entre VLT e carros.

### ABSTRACT

The LRT (Light Rail) system is considered for many urban traffic experts an sustainable and cheaper alternative between the public transportation options, combining comfort, security and efficiency. The LRT system has helped a lot of developed cities around the world solving urban mobility issues with it's advantages. However, with the LRT introduction in the urban areas, it must be considered security measures to minimize the risks that a new transportation system can generate in an already consolidated environment. This article aims an analysis of the security along the tracks of the LRT, focusing in the critical areas where there are urban intersections with the traffic. It intends to analyze situations that generate higher risk users, the main causes of accidents, the role of conductors in the accidents and introduce measures to mitigate the problem. It is found that lack of understanding by drivers, violation of signaling and turn left are de main cause of accidents.

### 1. INTRODUÇÃO

O crescimento da população economicamente ativa incentivou uma migração para os grandes centros urbanos, promovido pela ampliação do número de polos de emprego, serviços, cultura e lazer. Tudo isso ocorreu de forma desordenada quanto ao uso e ocupação do solo, o que gerou uma demanda por deslocamentos sem a elaboração de estudos de planejamento de transportes. Esses fatos levaram o Brasil a uma crise em sua mobilidade urbana, visto que a maior parte dos grandes centros urbanos do país encontram dificuldades em desenvolver meios para reduzir os congestionamentos e amenizar seus impactos.

Segundo o Ministério da Ecologia, do Desenvolvimento Sustentável, e da Energia da França (2012), o VLT se impôs ao longo dos anos porque responde a uma lógica de novo desenvolvimento urbano, planejamento de transportes e preocupações ambientais. Esta é uma escolha política: se ancora numa lógica de desenvolvimento sustentável, permite repensar a mobilidade urbana e os projetos de urbanização. O VLT também se tornou uma ferramenta para promover a cidade, pois implantar um VLT significa também querer renovar a imagem da cidade que o acolha.

Segundo o Estudo Preliminar e Provisório de Implementação do Veículo Leve sobre Trilhos do Rio de Janeiro (2012), o VLT oferece grande facilidade para sua inserção urbana, inclusive na convivência com os pedestres, sendo uma solução menos poluidora, e desempenha um serviço de alta qualidade operacional, aliando conforto, segurança, disponibilidade e confiabilidade.

Com potencial para reduzir os congestionamentos causados pelo excesso de veículos e ônibus, o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) surge como alternativa relativamente barata (Tabela 1), e sistema presente em diversas cidades do mundo além de aliar conforto, menor tempo de espera e de viagem para os usuários, possui um custo competitivo com relação a outros modais (Ribeiro, 2015).

**Tabela 1:** Comparação modal

	<b>BRT</b>	<b>VLT</b>	<b>Metrô</b>
Custo de implantação (em milhões de dólares)	1 a 15	20 a 50	100 a 500
Custo por quilômetro – infraestrutura e equipamentos (em milhões de R\$)	20	80	500
Capacidade de Transporte (milhares de passageiros por hora por sentido)	10 a 50	10 a 15	30 a 80
Tempo de construção (média em anos)	2 anos	5 anos	10 anos
Tempo de viagem (em minutos, média)	26 minutos	34 minutos	29 minutos
Com R\$ 5 bilhões de investimento	200 km	40 a 50 km	10 km

Fonte: Guia Mobilidade Inteligente Volvo (2014)

Segundo Korve *et al.* (1996), as características do VLT e a prática de funcionar próximo das atividades dos carros e pedestres, introduzem um novo conjunto de problemas de segurança ao ambiente urbano. Quanto mais áreas urbanas introduzem o sistema de VLT, mais importante se torna entender os desafios de segurança que resultam dessa escolha, e criar soluções para manter e melhorar a segurança ao longo da via destinada ao seu uso.

Por se tratar de um meio de transporte que circula concomitante a outros meios, sejam motorizados ou não motorizados, faz-se necessário a utilização de sinalização vertical, horizontal, sonora e outros dispositivos de segurança ao longo de todo trecho, a fim de evitar acidentes.

Este artigo se divide em duas partes: a primeira aborda as causas dos principais problemas de segurança relatados nas linhas de VLT; e a segunda apresenta as medidas mitigadoras que visam a redução dos acidentes.

O trabalho é justificado pela escassez de pesquisa sobre o tema. A literatura brasileira é deficiente quando o assunto abordado é o VLT. A primeira norma nacional que trata a respeito do VLT é a Resolução CONTRAN Nº 585, de março de 2016. Essa norma dispõe informações sobre os requisitos de segurança, identificação, habilitação dos condutores e sinalização viária para os Veículos Leves sobre Trilhos. Entretanto, não aborda questões sobre causas e efeito dos acidentes envolvendo VLT.

## **2. SEGURANÇA NO SISTEMA DO VLT**

O Veículo Leve sobre Trilhos busca seu funcionamento sem que haja interferência no fluxo viário da região em que opera, com uma lógica de prioridades automatizada. Por isso, a construção desses meios de transportes se dá em canteiros centrais paralelos as vias. Porém, devido às necessidades de travessias obrigatórias, o projeto deve ser pensado de modo que não altere o ambiente urbano. Por conta do fechamento de alguns retornos, abertura de novas ruas e mudanças de sentidos de direção, a intervenção da sinalização vertical se estenderá ao longo das ruas mais próximas, principalmente a sinalização indicativa e sentidos de direção. O sistema de controle semafórico que já existe terá que ser adequado provisoriamente enquanto o desvio de tráfego se faça necessário – durante as obras da via permanente do VLT – e retornado à sua situação original após o retorno do tráfego. (Korve et al, 1996).

Ainda segundo Korve et al (1996), esta situação provisória poderá trazer alguns transtornos à população que se utiliza da região com desvios, mas, após a conclusão do projeto, tudo será regularizado e melhorado. O VLT é controlado por um sistema automático de semáforos, gerenciado geralmente pela companhia local, ficando para eles a prioridade no cruzamento. Contudo, não significa que nunca irá parar num cruzamento. Este assunto é muito discutido na fase do desenvolvimento do projeto, para que se obtenham as características de tráfego desejadas.

De acordo com Pecheux e Saporta (2009), mesmo com todos os cuidados e medidas preventivas tomadas para aumentar a segurança do deslocamento através do VLT, os incidentes envolvendo pedestres e carros não conseguem ser evitados. Embora o VLT seja um transporte considerado seguro, ele é um sistema inserido no meio urbano já estabelecido – não é isolado das vias como acontece na maior parte do transporte ferroviário – ou seja, depende em boa parte da conscientização dos usuários, pedestres e veículos que circulam.

Segundo uma pesquisa realizada pela *California Public Utilities Commission - CPUC*, em março de 1999, o VLT era indicado como um transporte relativamente seguro, especialmente comparado a outros modais; a pesquisa encontrou que a maioria dos acidentes ocorreram pela colisão entre carros e o trem. Foram relatados pela *National Highway Traffic Safety Administration*, 3494 acidentes fatais, abrangendo todos os tipos de modais de transporte. A *CPUC* relatou, para o mesmo período, 6 acidentes envolvendo VLT.

De acordo com outro estudo realizado de 1990 a 2001 pela *Los Angeles to Pasadena Metro Blue Line Construction Authority* – agência de trânsito que é responsável pela linha de VLT situada na Califórnia – os acidentes entre carro e veículo leve sobre trilhos sofreram uma queda; a taxa de acidentes caiu perto de 50%, para 1,18 acidentes por 100.000 milhas por trem.

Segundo Basha et al (2010), o *Valley Metro Rail LRT* – sistema de VLT em Phoenix, Arizona – começou a funcionar em setembro de 2008. Nos primeiros 13 meses de operação ocorreram 39 colisões, uma colisão a cada 10 dias. Entre os acidentes foi possível diagnosticar que:

- 87,2% dos veículos circulavam no mesmo sentido do VLT;
- 86,2% dos motoristas entraram na interseção de forma irregular;
- 43,6% dos motoristas convergiam a esquerda/direita.

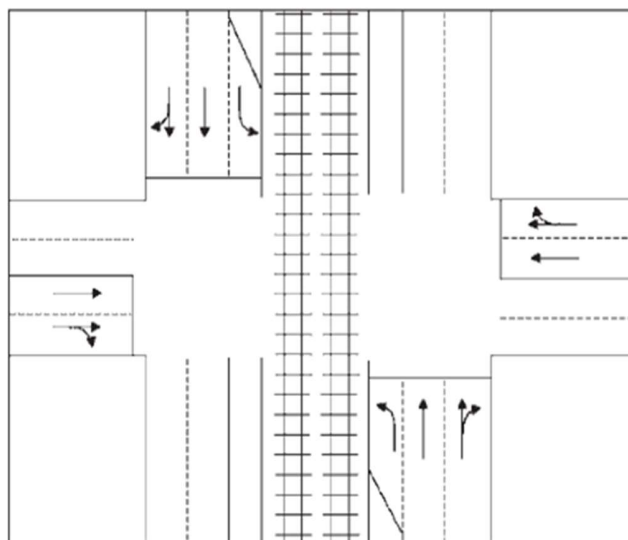
## **2.1 Tipos de inserção no meio urbano**

A implantação do sistema de VLT no centro, ou próximo, de vias urbanas pode levar a interseções urbanas com um alto grau de risco à segurança dos usuários e pedestres. Apesar dessas interseções serem protegidas pelas sinalizações – horizontais, verticais e semaforicas – elas não funcionam como interseções convencionais, onde só há encontro de carros e travessia de pedestres e ciclistas. Ao invés disso, elas são interseções com especificidades de operação únicas que provaram criar problemas que podem causar colisões entre VLT e carros, principalmente quando ocorrem manobras de convergência.

De acordo com a Pecheux e Saporta (2009) existem algumas formas de implantar o VLT nas vias urbanas já existentes e devidamente sinalizadas. Os tipos de corredores são: o centralizado; o corredor lateral ocupando as faixas da via; o corredor lateral adjacente a via e de uso misto.

### *2.1.1 Corredor centralizado*

O corredor centralizado (Figura 1) opera entre pistas de rolamento de duas faixas. O alinhamento do VLT é normalmente não pavimentado – exceto pelos trechos onde carros atravessam os trilhos – separado por lancis, e em alguns casos cercado. Pontos para virada à esquerda são normalmente situados paralelamente a via principal, em espécie de acostamento. A movimentação de veículos é controlada por sinais de trânsito ou operadores de tráfego. Os veículos que pretendem virar à esquerda são protegidos por um sinal de somente virar à esquerda, sinalização utilizada somente para veículos que irão virar e entrar na área de circulação do VLT.

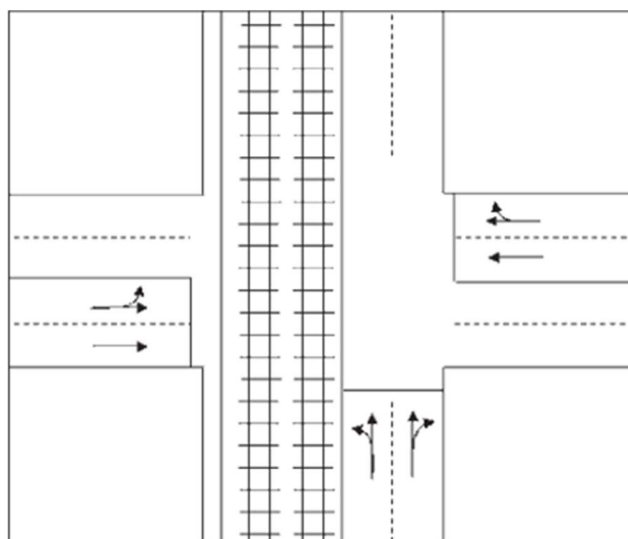


Fonte: Transit Cooperative Research Program 79 (2009)

**Figura 1:** Corredor centralizado

### 2.1.2 Corredor Lateral

O corredor lateral que ocupa as faixas da via (Figura 2) opera sobre um trilho pavimentado dentro dos limites da via. Os trilhos podem ser separados da via por lancis ou cercas, exceto por onde os veículos irão cruzar o alinhamento do VLT. Os desafios encontrados nessas interseções dependem se as travessias localizadas à direita ou à esquerda da via onde está situado o alinhamento do VLT.

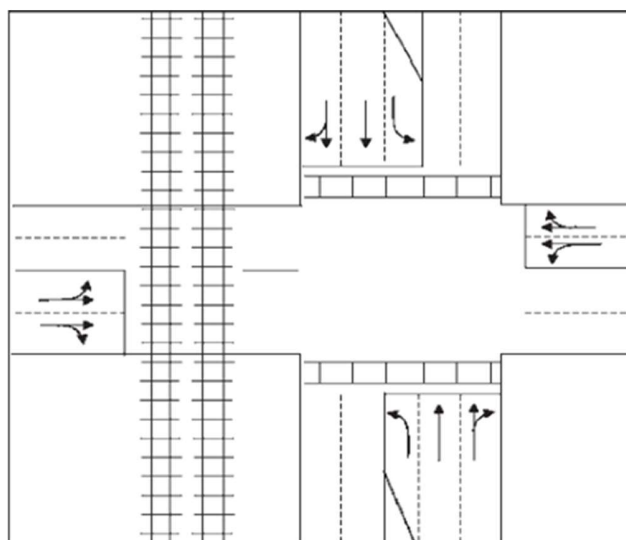


Fonte: TRCP 79 (2009)

**Figura 2:** Corredor lateral

### 2.1.3 Corredor lateral adjacente à via

O corredor lateral adjacente a via é localizado fora da pista de rolamento (Figura 3) da via. Assim como o corredor lateral que ocupa as faixas da via o trilho pode ser separado por lancis, por paisagismo ou cercas.

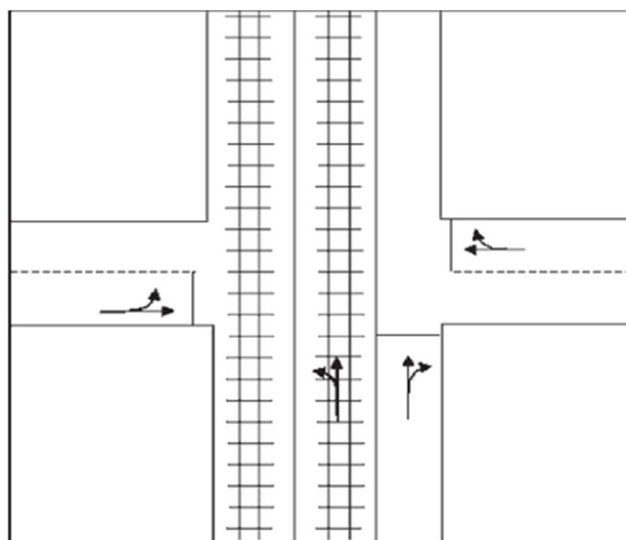


Fonte: TRCP 79 (2009)

**Figura 3:** Corredor lateral adjacente à via

### 2.1.4 Corredor de uso misto

Geralmente, no alinhamento de uso misto, carros e VLT dividem a mesma faixa (Figura 4). De toda forma, não é incomum que as faixas sejam designadas apenas para a circulação do VLT, com o tráfego veicular fluindo paralelamente aos trilhos. A faixa exclusiva para VLT é diferenciada em sua sinalização e aparência, com pavimentação colorida, meio-fio, bandas sonoras, ou outras medidas.



Fonte: TRCP 79 (2009)

**Figura 4:** Corredor misto

## 2.2 Caracterização dos acidentes – VLT e veículos

De acordo com Pecheux e Saporta (2009), o relatório *TRCP 17* (1996) analisou 10 sistemas de VLT; e identificou os principais problemas entre os Veículos Leves e carros nas interseções.

Esses problemas cobrem uma variedade de situações perigosas à segurança, incluindo o alinhamento do VLT e a complexidade da geometria das interseções; o tempo de sinais de tráfego; a precedência da convergência; e fatores dos motoristas como confusão e tomada de atitudes de risco. Esses problemas exercem papel fundamental na ocorrência de colisões entre VLT e os veículos. Mesmo que sejam problemas identificados em uma pesquisa de 1996, a maioria dos problemas é um desafio para as agências de trânsito até o ano de 2009, ano da pesquisa (Pecheux e Saporta, 2009).

### 2.2.1 O papel do motorista nas colisões

As agências de trânsito com sistemas de VLT em operação, constantemente relatam que a maior parte dos acidentes entre VLT e carros são causados por imprudência dos motoristas – avançando semáforos vermelhos ou fazendo convergências ilegais. Embora tenham sido tomadas ações de segurança no projeto e na operação do VLT, motoristas continuam a mostrar comportamento irresponsável e ignoram sinalizações para o controle do tráfego nos cruzamentos com o VLT (Pecheux e Saporta, 2009).

Pecheux e Saporta (2009) relataram os 4 (quatro) acontecimentos críticos que ocorrem por parte dos motoristas antes de uma colisão com o VLT, no giro à esquerda, no cruzamento de um corredor centralizado. Esses acontecimentos críticos são:

- **Desobediência:** A inadequada atenção à interseção com baixa percepção de risco e o costume a interseções convencionais contribuem a desobediência dos motoristas. Por



exemplo, nas interseções convencionais motoristas violam a sinalizam semafórica de não convergir com um risco menor; porém quando transferimos a situação para uma interseção com o sistema de VLT, a mesma ação pode gerar consequências mais sérias;

- **Falta de observação:** Ocorre quando o motorista não observa os dispositivos para controle de tráfego. Por exemplo, o motorista percebe que o dispositivo de controle de tráfego permite que o trânsito da via ao lado permite a passagem pela interseção, porém não percebe que a sinalização para convergir à esquerda está vermelha, indicando a aproximação de um Veículo Leve;
- **Má interpretação:** Acidentes pela má interpretação são relacionados a limitações cognitivas dos motoristas, e são mais prováveis de ocorrer em interseções complicadas, tais como aquelas que incorporam o VLT;
- **Violação da expectativa do motorista:** Motoristas são acostumados com as interseções operando de uma certa forma, que podem levá-los a anteciparem algumas movimentações. Por exemplo, em um lugar onde curvas à esquerda são feitas predominantemente, uma colisão entre o VLT e um motorista no giro à esquerda pode ocorrer se o motorista tentar adiantar o VLT que vem se aproximando;

#### 2.2.2 Tipos de colisões

Os tipos de colisões e suas circunstâncias tendem a variar de acordo com a sua operação, dependendo de inúmeros fatores como o ambiente em que ele está inserido, a sua incorporação inicial que afetará todo o entorno de vias urbanizadas, tipos de motoristas e suas atitudes e controle de tráfego. Consequentemente, os tipos de acidente diferem entre as agências.

Os tipos mais comuns de acidentes de trânsito entre VLT e carros são: colisões por convergência à esquerda ou direita, dependendo da localização do alinhamento do VLT e batidas nas laterais do veículo automotor, provocado pelo avanço de sinalização de controle de tráfego nas interseções (Pechoux e Saporta, 2009).

Segundo Odgen (2007) as colisões por convergência à direita ou esquerda ilegais, quando os veículos deveriam estar esperando a sinalização, contam como maior porcentagem do total de colisões envolvendo VLT. Além disso, quando tal colisão ocorre, a porta do carro é a única proteção entre o motorista/passageiro e o VLT, fato que faz com que os acidentes entre VLT e carros sejam um dos mais graves tipos de colisão.

Em pesquisa realizada pela CPUC em 1998, 47% de todos os acidentes envolvendo carros e veículos leves foram por convergências à esquerda (Figura 5). Motoristas realizando convergências impróprias na frente do VLT foram responsáveis por 62 acidentes. Todos os acidentes na *Long Beach LRT Line*, linha de VLT situada em Los Angeles, desde julho de 1990, foram causados por veículos fazendo convergências irregulares.

Segundo Pechoux e Saporta (2009) *apud* Grechka e Jason (2006), um estudo apresentado em 2006 na ATPA (*American Public Transportation Association*) Rail Conference abordou sobre a violação das cancelas nos cruzamentos com interseções do VLT. O estudo descreve considerações especiais para dar segurança na operação; entretanto, motoristas continuam a



exibir comportamento de risco e a ignorar os dispositivos de controle de tráfego. Comportamentos de risco incluem a falta de conhecimento dos motoristas das sinalizações de tráfego, o não cumprimento dos dispositivos de avisos, e a parada dentro de zonas livres do trajeto do VLT – cada um desses fatores podem levar a colisão lateral entre carro e VLT (Figura 6).



Fonte: Frame de vídeo

**Figura 5:** Colisão no giro à esquerda



Fonte: Rail for the Valley (2009)

**Figura 6:** Colisão lateral entre VLT e carro

### 2.2.3 Cenário das colisões – VLT e carro

Considerando os diferentes modos de operação do VLT quanto ao seu alinhamento, existem cenários variados de possíveis colisões entre os carros e o veículo leve sobre trilhos nas

interseções sinalizadas. No entanto, os tipos mais comuns de colisões são carros fazendo convergências ilegais ou inapropriadas na frente do VLT e colisões laterais, onde o VLT colide perpendicularmente no veículo motorizado nos cruzamentos (Pechoux e Saporta, 2009).

Ainda segundo o Pechoux e Saporta (2009), os cenários mais comuns que levam as colisões de carros convergindo na frente do VLT e colisões laterais podem ser listadas da seguinte forma:

- Cenário 1: Motoristas na pista de recuo para realização do cruzamento violando a sinalização vermelha, indicando que o veículo deve aguardar liberação para efetuar o giro, levando a colisão com o VLT que se aproxima pela parte traseira do veículo;
- Cenário 2: Motoristas que fazem o giro de forma ilegal, onde é proibida a realização da manobra, colidindo com o VLT que se aproxima pela parte traseira do veículo;
- Cenário 3: Quando os condutores dos veículos violam os sinais de proibição de convergência, de aproximação do trem e avisos de conflito com o sistema do VLT em operação, em localizações onde convergências são permitidas ou proibidas;
- Cenário 4: Condutores dos veículos realizam a mudança de pista onde o uso é exclusivo dos carros para uma pista onde é permitida a circulação do VLT e dos veículos, em alinhamentos de uso misto;
- Cenário 5: Quando os condutores invadem ou param nos trilhos, e são atingidos pelo VLT, vindo de qualquer uma das direções, em 90° (noventa graus).
- Cenário 6: Motoristas que avançam a sinalização semafórica vermelha e colidem perpendicularmente com o VLT.

**Tabela 2:** Cenário das colisões e possíveis causas (continua)

Cenário das colisões	Possíveis causas
Motoristas na pista de recuo para realização do cruzamento violando a sinalização vermelha levando a colisão com o VLT que se aproxima pela parte traseira do veículo	Sinais não mostram porque os motoristas não podem virar.
	Motoristas fazem a curva assim que o sinal muda a indicação para a da cor vermelha.
	Motoristas que estão na faixa de virar à esquerda confundem a placa de sinalização de trânsito com a sinalização de virar à esquerda.
	Motoristas que estão na faixa de virar à esquerda deixam de fazer o movimento no meio dos veículos.
	Motoristas atravessam a linha do VLT imediatamente após o fim da sinalização.
	Motoristas confundem sinalização de trânsito com sinalização do VLT.
	Motoristas passam no momento em que o sinal está trocando, e acreditam que a sinalização está ruim.

**Tabela 3:** Cenário das colisões e possíveis causas (conclusão)

Cenário das colisões	Possíveis causas
Motoristas que fazem a convergência de forma ilegal, onde é proibida a realização da manobra, colidindo com o VLT que se aproxima pela parte traseira do veículo	<p>Podem haver poucos locais que permitam convergir ao longo da via. Fazendo com que motoristas achem locais onde seja possível convergir, mesmo com a sinalização proibitiva.</p> <p>Convergir em determinado local era permitido antes da implantação do VLT.</p> <p>Motoristas que estão acostumados a violar a sinalização em cruzamentos convencionais sem grandes consequências precisam entender quais são os riscos da mesma atitude nas interseções com VLT.</p> <p>Excesso de sinalização nas interseções, aumentando o tempo de processar todas as informações na sinalização.</p> <p>Dispositivos para controle de tráfego dão mais ênfase na proibição do que na permissão, confundindo os motoristas do que eles podem ou não fazer.</p>
Motoristas violam os sinais de proibição de convergência, de aproximação do trem e avisos de conflito com o sistema do VLT em operação, em localizações onde convergências são permitidas ou proibidas;	<p>Sinais podem ser ativados longe da chegada do VLT, levando o motorista a ignorá-los.</p> <p>Sinais podem ser ativados muito tarde para fornecer aviso aos motoristas.</p> <p>Motoristas não entendem a função da sinalização ou porque as convergências são proibidas.</p>
Condutores dos veículos realizam a mudança de pista onde o uso é exclusivo dos carros para uma pista onde é permitida a circulação do VLT e dos veículos, em alinhamentos de uso misto	<p>Motoristas ficam confusos em qual linha devem permanecer para convergir.</p> <p>Não entender o comportamento adequado nesses locais pode levar a colisão com os trens.</p>
Quando os condutores invadem ou param nos trilhos, e são atingidos pelo VLT	<p>Muitas sinalizações verticais na via podem causar confusão nos motoristas.</p> <p>Motoristas não percebem os trilhos do VLT na via quando se aproximam da interseção.</p> <p>Motoristas podem parar nos trilhos para esperar um tempo onde conseguiram atravessar o cruzamento.</p>
Motoristas que avançam a sinalização semafórica vermelha e colidem perpendicularmente com o VLT	<p>Motoristas não estão atentos à aproximação do VLT ou quanto a velocidade para atravessar a interseção.</p>

Fonte: Tabela adaptada de Pecheux e Saporta (2009)

### **3. MEDIDAS MITIGADORAS**

Segundo Coifman e Bertini (1997), uma contramedida deve abordar a expectativa dos motoristas nas interseções convencionais e funcionar de modo que mantenha os motoristas dentro das normas nos cruzamentos com o VLT. Uma contramedida bem-sucedida deve atender a pelo menos um dos seguintes objetivos:

- Relembrar o motorista que há riscos especiais nessa dada situação;
- Impedir fisicamente o motorista de tomar esses riscos adicionais.

Pecheux e Saporta (2009), dividem as medidas mitigadoras em 8 categorias: barreiras físicas; placas de trânsito; sinalização semafórica; sinalização de ordem do tráfego; marcação e/ou tratamento da pavimentação; divulgação ao público e educação; coação para aplicação das regras e outras medidas que não se encaixam em categorias específicas.

#### **3.1 Barreiras Físicas**

Tem como função oferecer separação física entre o VLT e os carros. Agências de trânsito empregam uma variedade de barreiras físicas: como cancelas, poste de amarração e delineador.

#### **3.2 Placas de trânsito**

McCormick e Sanders (1982) observaram através de pesquisas sobre linguística apontam que confirmações ativas, afirmativas, são na maioria dos casos de mais fácil compreensão do que confirmações passivas ou negativas. Ainda, Whitaker e Stacey (1981) apontam que o estímulo permissivo (“fazer”) gera respostas mais rápidas que o estímulo proibitivo (“não fazer”).

Segundo Pecheux e Saporta (2009) *apud METRORail Traffic Safety Assessment* (2004), os dispositivos de controle de tráfego com ênfase na proibição ao invés da permissão de movimentos geram confusão no motorista. O que se recomenda é a utilização da sinalização positiva, a fim de facilitar a decisão dos motoristas e diminuir o número de decisões de último segundo em condições de condução complexas.

#### **3.3 Sinalização Semafórica**

São sinalizações similares as sinalizações utilizadas em vias onde não há interseção com VLT, sendo realizadas algumas modificações, a fim de tornar o entendimento do que é permitido – e proibido – mais rápido, facilitando o tempo de resposta do motorista. Entre essas sinalizações temos: a seta de proibido/permitido giro à esquerda; sinalização de permissão/proibição para seguir em frente; iluminação na pista e sinalização específica do VLT com formato e cores diferentes.

#### **3.4 Sinalização de ordem de tráfego**

As sinalizações de ordem de tráfego são um tipo de sistema utilizado que permite que os transportes públicos tenham preferência ao chegarem em pontos de interseção com a via, permitindo que o veículo coletivo sempre tenha prioridade aos veículos individuais, são sistemas utilizados no VLT e BRT, a fim de evitar colisões

### 3.5 Marcação e/ou tratamento do pavimento

É um sistema que diferencia a pavimentação da via, permitindo que seja facilmente perceptível ao motorista o que se deve a utilização da via. Entre essas soluções se encontram a pavimentação contrastante, onde o pavimento é diferente seja na cor ou no tipo de piso; a hachura na área de interseção, para que o motorista não pare em uma área onde possa gerar conflito com o trânsito no entorno e sinalização horizontal na via para a indicação de uso da faixa, evitando giros de faixas distantes a curva para a prevenção de acidentes.

### 3.6 Divulgação ao público e educação

Segundo a *METRORail Traffic Safety Assessment* (2004), a educação pública tem papel vital na segurança do VLT onde o público pode não estar familiarizado com a operação do VLT. Coifman e Bertini (1997) diz que um programa de educação é crítico para sistemas que estão se iniciando, onde motoristas não estão habituados as ruas com o sistema do VLT.

A criação de um livro de mão, com o intuito de orientar os motoristas quanto a segurança no trânsito, falando sobre a segurança no VLT e as situações que causam colisões nas interseções.

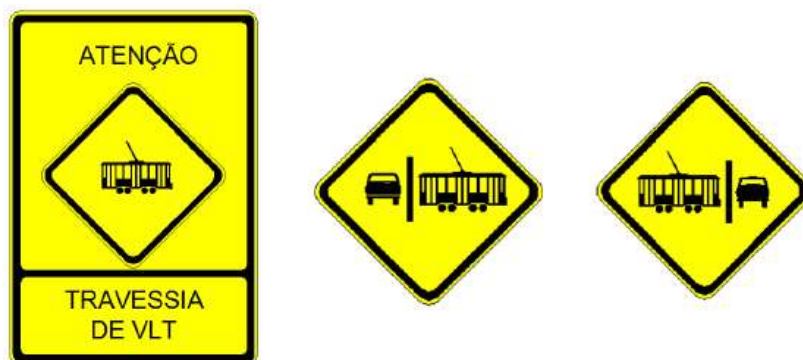
### 3.7 Programa de aplicação de regras

A maioria dos acidentes é resultado das violações de tráfego e erro dos motoristas; portanto, há a necessidade de um programa de aplicação das regras de trânsito. O programa deve reduzir a frequência de violações e colisões com VLT (*METRORail Traffic Safety Assessment*, 2004). Para coagir os motoristas e fazer com que eles sigam as regras do trânsito são utilizadas a presença policial e câmeras de vigilância.

### 3.8 Outras contramedidas

Outras medidas mitigadoras, que tem por objetivo reduzir o risco de acidentes entre VLT e veículo são:

- Velocidade reduzida – com a aproximação das interseções;
- Instalação de câmeras – auxiliar na determinação das causas dos acidentes;
- Direção Defensiva – conceito que foca em o operador manter o foco no entorno;
- Padronização das interseções – diminuir a confusão dos motoristas



Fonte: Resolução CONTRAN 585  
**Figura 7:** Sinalização Vertical de Advertência





Fonte: TRCP 79 (2009)

**Figura 8:** Iluminação na pista

#### 4. CONCLUSÕES

O artigo demonstra como agências internacionais – que já apresentam o sistema de VLT consolidado – abordaram com a implantação deste modal, já apresentando quais são as principais causas dos acidentes e quais são as dificuldades encontradas com a implementação do sistema.

O trabalho constatou que entre as principais causas dos acidentes envolvendo VLT e veículos estão a má interpretação do motorista dos veículos sobre os movimentos permitidos e a violação da sinalização. A situação com maior potencial para incidentes ocorre quando há a movimentação com “giro à esquerda” por parte dos veículos. Entre as medidas citadas para amenizar as chances de acidentes incluem a maior conscientização dos motoristas através de medidas educativas, a padronização das interseções com o VLT e sinalizações que transmitam a informação de forma mais clara e rápida.

Na revisão bibliográfica foi observada a carência desse tema no Brasil. Como o sistema é relativamente novo, são necessários estudos nacionais para verificar se o comportamento dos motoristas e os tipos e causas dos acidentes são iguais aqueles encontrados na literatura estrangeira

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Basha, E.P.; Witkowski, J.M.; Stender, M.V.; Koprowski, Y.; Beier, J.D.; Exsted, E.V. (2010) Light Rail Collision Investigation, Phoenix, Arizona.
- BRASIL. Resolução nº 585, de 23 de março de 2016. Dispõe sobre os requisitos de segurança, identificação, habilitação dos condutores e sinalização viária para os Veículos Leves sobre Trilhos – VLT. Órgão emissor: CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em [www.denatran.gov.br](http://www.denatran.gov.br) (Acessado em julho de 2016)
- Coifman, B.; R. L. Bertini (1997) *Median Light Rail Crossings: Accident Causation and Countermeasures*, California Path Working Paper UCB-ITS-PWP-97-13, University of California, Berkeley.