

ADRIANA MARTA CENI

**ANÁLISE DO USO DE DISPOSITIVOS DE TRÁFEGO NA MELHORIA DA
SEGURANÇA EM ÁREAS ESCOLARES: EVIDÊNCIAS EM ESCOLAS DE
CURITIBA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Área Concentração: Infra-estrutura e Gerência Viária.

Orientadora: Lenise Grando Goldner.

FLORIANÓPOLIS

2004

ADRIANA MARTA CENI

**ANÁLISE DO USO DE DISPOSITIVOS DE TRÁFEGO NA MELHORIA DA
SEGURANÇA EM ÁREAS ESCOLARES: EVIDÊNCIAS EM ESCOLAS DE
CURITIBA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área Concentração: Infra-estrutura e Gerência Viária.

Prof^a HENRIETTE LEBRE LA ROVERE, PhD
(coordenadora do PPGEC)

APROVADA POR:

Prof^a Dr^a LENISE GRANDO GOLDNER (Orientadora)

Prof. ISMAEL ULYSSÉA NETO, PhD
(Examinador Interno - UFSC)

Prof^a Dr^a EUNICE PASSAGLIA
(Examinador Interno - UFSC)

Prof^a Dr^a BEATRIZ NOZARI RIBEIRO DE CARVALHO
(Examinador Externo – UNISUL)

Florianópolis/SC, 29 de novembro de 2004.

*À meu esposo Daniel pelo exemplo de
coragem e busca pelos seus ideais.
Aos meus pais Vilmar e Maria que sempre
mostraram aos seus filhos o valor do
conhecimento como instrumento de
conquistas.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força que guia o meu caminho.

À Profª Lenise Grando Goldner, pela sua dedicação em orientar esta dissertação.

Ao Engº José Álvaro Twardowski que visualizou a importância deste projeto.

Ao Engº Paulo Malucelli , pelo exemplo de profissionalismo .

Aos colegas da DIRETRAN pelo auxílio técnico para elaboração deste trabalho.

Aos meus irmãos Ana, Eremar, Iara, Silvana, Inês e Paola, pelo apoio e incentivo à mais uma conquista.

À querida Suely pela sua dedicação e atenção.

A todos aqueles que contribuíram para a minha formação profissional.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	8
RESUMO	10
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO 1	
1.1 OBJETIVO	15
1.2 JUSTIFICATIVA	16
1.3 DELIMITAÇÃO DO ASSUNTO	18
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 A CRIANÇA VISTA NO PAPEL DE PEDESTRE	20
2.2 MEDIDAS DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO	24
2.3 SINALIZAÇÃO EM ÁREAS ESCOLARES	31
2.4 PISCANTES DE ALERTA EM ÁREAS ESCOLARES	32
2.5 MODERADORES DE TRÁFEGO (TRAFFIC CALMING)	39
3 MÉTODO UTILIZADO NA COLETA DE DADOS	42
3.1 SELEÇÃO ESCOLAS ANALISADAS	42
3.2 TAMANHO DA AMOSTRA	44
3.3 LEVANTAMENTO DAS VELOCIDADES	44
3.4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NOS LEVANTAMENTOS	45
3.5 PLANILHA PADRÃO DE LEVANTAMENTOS DE DADOS	46
4 LEVANTAMENTOS TÉCNICOS REALIZADOS NAS ÁREAS ESCOLARES	46
4.1 PISCANTE DE ALERTA	46
4.1.1 Descrição	467
4.1.2 Levantamento de Dados	47
4.1.3 Avaliações técnicas em relação a pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno	48
4.2 CONES E MONITOR DE TRÂNSITO NA VIA	53
4.2.1 Descrição	53
4.2.2 Levantamento de Dados	54
4.2.3 Avaliações técnicas em relação a pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno	54
4.3 ESTRANGULAMENTO DE VIA	56
4.3.1 Descrição	56
4.3.2 Levantamento de Dados	57
4.3.3 Avaliações técnicas em relação a pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno	57
4.4 ILHA DE SEGURANÇA	58
4.4.1 Descrição	58
4.4.2 Levantamento de Dados	59
4.4.3 Avaliações técnicas em relação a pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno	59
4.5 ONDULAÇÃO TRANSVERSAL (LOMBADA FÍSICA)	60
4.5.1 Descrição	60
4.5.2 Levantamento de Dados	61
4.5.3 Avaliações técnicas em relação a pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno	61
4.6 LOMBADA ELETRÔNICA	64

4.6.1 Descrição	63
4.6.2 Levantamento de Dados	64
4.6.3 Avaliações técnicas em relação à pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno.....	64
4.7 SINALIZAÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL	65
4.7.1 Descrição	65
4.7.2 Levantamento de Dados	66
4.7.3 Avaliações técnicas em relação à pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno.....	67
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS QUANTO A REDUÇÃO DE VELOCIDADE E AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO ENTORNO	69
5.1 PISCANTE DE ALERTA.....	69
5.2 CONES E MONITOR.....	70
5.3 ESTRANGULAMENTO DA VIA.....	72
5.4 ILHA DE SEGURANÇA	73
5.5 ONDULAÇÃO TRANSVERSAL(LOMBADA FÍSICA)	75
5.6 LOMBADA ELETRÔNICA	77
5.7 SINALIZAÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL	77
5.8 QUADRO RESUMO DA ANÁLISE DOS DISPOSITIVOS NA REDUÇÃO DA VELOCIDADE E NA SEGURANÇA DA TRAVESSIA DOS ESCOLARES.....	81
6 CONCLUSÕES	81
ANEXOS.....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	194

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4.1	PISCANTE DE ALERTA	47
FIGURA 4.2	CONES E MONITOR	54
FIGURA 4.3	ESTRANGULAMENTO DE VIA	57
FIGURA 4.4	ILHA DE SEGURANÇA	59
FIGURA 4.5	ONDULAÇÃO	61
FIGURA 4.6	LOMBADA ELETRÔNICA	64
FIGURA 4.7	SINALIZAÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL	67

LISTA DE TABELAS

TABELA I	Atropelamentos ocorridos na cidade de Curitiba discriminados por faixa etária das vítimas.....	16
TABELA II	Relação dos tipos de orientações de trânsito e faixa etária da crianças	21
TABELA III	Percepção dos motoristas na presença de piscante de alerta	36
TABELA IV	Medidas de redução de velocidade	42
TABELA V	Relação das escolas e seus respectivos dispositivos analisados	44
TABELA VI	Escolas com e sem piscante de alerta	48
TABELA VII	Velocidades médias e 85 percentil – piscante de alerta.....	53
TABELA VIII	Velocidades médias e 85 percentil – cones e monitor.....	56
TABELA IX	Velocidades médias e 85 percentil – estrangulamento de pista.....	58
TABELA X	Velocidades médias e 85 percentil – ilha de segurança.....	61
TABELA XI	Velocidades médias e 85 percentil – ondulação transversal.....	63

TABELA XII	Velocidades médias e 85 percentil – sinalização vertical e horizontal.....	68
TABELA XIII	Distância de reserva	79
TABELA XIV	Distância de legibilidade	80
TABELA XV	Distâncias de percepção/reação e de frenagem	80
TABELA XVI	Efeito dos dispositivos da redução de velocidade e na segurança da travessia dos escolares	81

RESUMO

CENI, Adriana Marta. **Análise do Uso de Dispositivos de Tráfego na Melhoria da Segurança em Áreas Escolares: Evidências em Escolas de Curitiba.** Florianópolis, 2004.196p.

Este trabalho apresenta um estudo de tráfego das áreas escolares na cidade de Curitiba para analisar a eficiência do piscante de alerta e outros dispositivos físicos de segurança implantados na via, visando a redução da velocidade e a melhoria na segurança do trânsito dos escolares. Para isso foram realizados levantamentos de dados do sistema viário e pesquisas de velocidade em 20 escolas públicas de Curitiba, das quais 10 escolas foram selecionadas para o estudo do piscante de alerta e as outras 10 para o estudo de outros dispositivos físicos de segurança de tráfego, ou seja, ilha de pedestres, estrangulamento da via, cones e monitor, sinalização vertical e horizontal, lombada física e lombada eletrônica. Com a tabulação destes dados, foram desenvolvidos dois parâmetros de análise para a seleção e implantação destes dispositivos nas vias escolares: critérios técnicos e Quadro de Análise dos Dispositivos. A finalidade deste projeto é agregar instrumentos para a engenharia do trânsito que auxiliem na seleção de dispositivos mais adequados para realidade de cada via escolar, visando um trânsito mais seguro para as crianças e seus usuários.

Palavras-chave: Áreas escolares. Piscante de alerta. Dispositivos físicos de segurança de tráfego. Redução de velocidade. Segurança do trânsito.

ABSTRACT

CENI, Adriana Marta. **Investigate of speed control devices to improvement of school zones' safety: Evidences at schools in Curitiba.** Florianópolis, 2004. 196p.

This work presents a study of the traffic in school zones in Curitiba in order to investigate the effectiveness of flashing beacons and various speed control devices installed on the streets focusing speed reduction and the improvement of students' safety. In order to accomplish this goal, the physical characteristics and speed measurements were considered at 20 public schools in Curitiba; 10 of them were then selected to focus on the flashing beacons study and the other 10 schools to the speed control devices study, which are: refuge in the middle street, strangling street, cones and crossing guards, signs, transversal ondulation and electronic reduction device. With the tabulation of the data, two parameters were developed, for further selection and installation of speed control devices on the school zones : technic criteria and a summary of the performance and effectiveness of each device. The purpose of this work is to provide the traffic engineer with tools that might help select the best device according to the reality of each school zone. The results may be safer traffic to people, especially children.

Keywords: school zones, flashing beacons, speed control devices, speed reduction.

1 INTRODUÇÃO

Os processos acelerados de urbanização e o crescimento significativo da frota dos veículos em circulação, nas últimas três décadas, têm produzido profundas mudanças na estrutura das cidades brasileiras, incluindo o trânsito, com problemas de altas velocidades e excessivos volumes de tráfego.

Este cenário tem gerado preocupação, especialmente quando se trata de áreas mais sensíveis, como o caso de áreas escolares, que envolve mais um elemento, a criança.

Segundo ALVES (2001), no ano de 2001, a *UNICEF (United Nations Children's Fund)* publicou relatório sobre óbitos por trauma, que vitimaram crianças nos 26 países mais ricos, como Austrália, Estados Unidos e Canadá.

Das taxas de mortalidade por trauma analisadas, envolvendo crianças de 1 a 14 anos, constatou-se que 41% ocorreram em acidentes de trânsito, contra 15% em afogamentos, 14% em homicídios e suicídios, 7% em queimaduras, 2% em intoxicações, 1% em acidentes por arma de fogo e 16% nas demais causas de acidentes.

ALVES concluiu que, as lesões externas relacionadas com o trânsito, nos países industrializados, têm-se tornado a causa líder de morte na idade entre 1 a 14 anos, tendo uma incidência anual de 20.000 mortes com crianças e para cada criança morta, outras tantas sobrevivem com graus e duração variáveis de incapacidade física e de lesão.

O Brasil, segundo o Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN, ainda é um dos países recordistas em acidentes de trânsito. No ano de 2001, 38% das mortes ocorridas no trânsito, envolveram pedestres, inclusive crianças. Somente na Cidade

de Curitiba, segundo dados do Sistema Integrado de Atendimento ao Trauma de Emergência (SIATE), estimou-se que em 2002, 18% das vítimas de atropelamentos tinham entre 05 e 14 anos de idade.

Este índice de atropelamentos envolvendo crianças tem sido motivo de preocupação em muitos países, que têm desenvolvido estudos para investigar as causas que possam influenciar na ocorrência destes acidentes, principalmente em áreas escolares, onde existe a maior concentração de crianças expostas ao trânsito, nos horários de maior fluxo de veículos.

No sistema viário, são muitos os elementos que podem influenciar na ocorrência de atropelamentos com os escolares, começando com perfil físico e psicológico do pedestre-criança, as condições da via e finalmente o comportamento inadequado dos motoristas, que está diretamente relacionado com o problema de excesso de velocidade.

Segundo HAWKINS (1993), o excesso de velocidade nas áreas escolares é um sério problema, pois se trata da presença de crianças nas vias de trânsito, e quando as travessias acontecem em vias coletoras, vias destinadas a coletar e distribuir o trânsito, a relutância dos motoristas em reduzir a velocidade é maior, o que implica em uma diminuição considerável da segurança e conseqüente aumento do índice de atropelamentos.

Este mesmo autor defende que o trafegar em alta velocidade pode ser conseqüência de muitos fatores como: a consciência do motorista em respeitar a sinalização ou estar atento a mobilidade urbana em torno de si, as características da via e a presença de sinalização eficiente.

Diante das sinalizações e intervenções físicas existentes, deve se ter um cuidado especial em sua implantação quando se trata de locais em que a criança é o pedestre prioritário, principalmente em áreas escolares.

Uma das sinalizações específicas para áreas escolares que tem se utilizado em muitos países, assim como no Brasil, especificamente em Curitiba, é o piscante de alerta.

ZEEGER *et al* (1975) relatam que o uso de piscante de alerta junto à sinalização tem sido adotado por muitos países para alertar os motoristas da presença de escolares nas vias e para regularizar a velocidade dos veículos em áreas escolares. E que provavelmente isto ocorre, porque é identificado pelos motoristas como uma situação de perigo, além de indicar o limite de velocidade que se deve circular durante as horas de travessia dos escolares. No Brasil, especificamente em Curitiba, a operação dos piscantes de alerta ocorre ao longo do dia todo.

Os piscantes de alerta têm sido tão bem aceitos pela sociedade, que em seu artigo, BURRIT *et al* (1990) descreve que até em locais como Arizona/EUA, onde o piscante de alerta não faz parte do plano de controle oficial das travessias de escolares, a população freqüentemente solicita sua implantação .

Entretanto, observa-se que, apesar do piscante de alerta ser utilizado em larga escala por muitos países, ainda reluta-se sobre sua eficiência na redução da velocidade.

Diante deste fato, torna-se importante investigar a eficiência do piscante de alerta nas vias brasileiras, já que é uma sinalização recente, assim como outras intervenções físicas implantadas nas vias próximas às áreas escolares como: ilha de

segurança; estrangulamento de pista; lombada física; lombada eletrônica; cones e monitor; sinalização vertical e horizontal.

É de grande importância também, analisar o sistema viário em que a escola está inserida, isto é, as características físicas da via, a visibilidade do motorista e escolares, entre outros fatores que possam influenciar na segurança do pedestre-criança.

1.1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar as condições de segurança dos pedestres-crianças em torno das áreas escolares, investigando a velocidade desenvolvida pelos motoristas em vias próximas às áreas escolares, onde está implantado algum tipo de sinalização como o piscante de alerta ou alguma intervenção física, como ilha de pedestres e ondulações (lombadas físicas).

Através destes dados, se analisará a eficiência destes dispositivos na redução de velocidade nas áreas escolares, assim como criar critérios para a escolha da melhor intervenção a ser implantada na via, para obtenção de resultados mais eficientes, e conseqüente redução dos riscos de atropelamentos nestas áreas.

Outros elementos do sistema viário que influenciam na segurança dos escolares serão abordados, como a localização das escolas, a existência de calçadas e canteiros, a presença de sinalização vertical e horizontal, características geométricas da via e a presença de obstáculos que possam prejudicar a visibilidade dos usuários.

Para tal, serão realizadas pesquisas de velocidade e levantamentos de dados na Cidade de Curitiba, próximas a algumas áreas escolares, selecionadas por

amostragens, em escolas do ensino fundamental, onde a faixa etária das crianças é de entre 7 e 11 anos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Embora existam menos crianças que adultos circulando no sistema viário, proporcionalmente elas se envolvem em mais acidentes. E provavelmente isto ocorre porque a criança, considerada como o elemento mais frágil e despreparado no trânsito, devido suas dificuldades de percepção visual e audiomotora, é inserida em uma via em que o condutor de veículo sente-se prioritário na circulação viária. E que através de um comportamento agressivo e de desrespeito à sinalização, conduz em velocidades excessivas, podendo provocar acidentes gravíssimos, onde as vítimas são as crianças.

Na tabela 1, apresenta-se a estatística de atropelamentos ocorridos na Cidade de Curitiba, realizada pelo SIATE (Sistema Integrado de Atendimento ao Trauma de Emergência) no ano de 2002.

TABELA I Atropelamentos ocorridos na Cidade de Curitiba discriminados por faixa etária das vítimas.

FAIXA ETÁRIA	QTDE VÍTIMAS	% VÍTIMAS
00- 04 anos	60	3,12
05-09 anos	162	8,43
10-14 anos	176	9,16
15-17 anos	108	5,62
18-19 anos	99	5,15
20-29 anos	387	20,10

FAIXA ETÁRIA	QTDE VÍTIMAS	% VÍTIMAS
30-39 anos	284	14,70
40-49 anos	228	11,80
50-59 anos	158	8,22
Acima de 60 anos	259	13,40
TOTAL	1921	100

Fonte: SIATE (2002).

A tabela mostra que entre 05 e 14 anos, o índice de atropelamentos foi de 17,59%, um total de 338 ocorrências nesta faixa de idade, aproximando-se consideravelmente do índice de atropelamentos ocorrido na faixa etária de 20 a 29 anos, que é de 20,10%.

Diante desta preocupação, a DIRETRAN – Diretoria de Trânsito da Cidade de Curitiba, possui no Setor de Projetos de Trânsito um técnico responsável pelo trânsito em áreas escolares, para analisar e projetar sinalizações e outros dispositivos de segurança em áreas escolares.

Perante estes dados, verifica-se a importância em analisar as sinalizações e outras intervenções físicas implantadas nas vias próximas às áreas escolares, que têm como objetivo a redução da velocidade dos veículos.

Outras questões que também devem ser investigadas são: as características físicas da via, a visibilidade do motorista e dos escolares, o fluxo de veículos e pedestres, entre outros, de modo a buscar condições para melhorar a segurança das crianças, evitando os atropelamentos.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ASSUNTO

O estudo foi realizado na Cidade de Curitiba, que possui aproximadamente 508 pré-escolas, 616 escolas de 1º grau, e 230 escolas de 2º grau, considerando a rede municipal, estadual e particular.

É importante salientar que Curitiba se destaca das outras cidades brasileiras por ser a única em que foram implantados os piscantes de alerta nas áreas escolares.

Foi selecionada uma amostra representativa de 20 escolas, na qual se realizaram as pesquisas de velocidade e os levantamento de dados, onde estão implantados os piscantes de alerta ou outros dispositivos de segurança de tráfego.

No levantamento de dados foram considerados os dados gerais da escola e do entorno; as características de tráfego e da via; a sinalização horizontal e vertical existentes; o uso do solo e o índice de acidentes ocorridos nas proximidades, compilados em uma planilha .

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 1 descreve-se sobre a necessidade de se analisar a eficiência do piscante de alerta e outros dispositivos físicos implantados nas vias próximas às áreas escolares, na redução da velocidade e na melhoria da segurança, já que as estatísticas mostram índices de acidentes consideráveis envolvendo crianças de 05 a 14 anos. Também é citado o número de escolas a serem analisadas e os levantamentos a serem realizados.

No referencial teórico, capítulo 2, são abordados temas como o comportamento da criança no trânsito, os procedimentos a serem seguidos para a implantação de

medidas de segurança adotados por diferentes instituições, a importância da sinalização de trânsito e os estudos realizados com piscantes de alerta em outros países.

No capítulo 3 são apresentados a relação das escolas que foram analisadas, o tamanho da amostra para a realização da pesquisa de velocidade, os procedimentos que foram utilizados para o levantamento de dados, assim como, os equipamentos e a planilha utilizados.

Os levantamentos técnicos realizados nas 20 escolas estão descritas no capítulo 4.

No capítulo 5 são abordados os critérios a serem adotados na escolha do melhor dispositivo e apresentado um quadro avaliando os resultados de cada dispositivo analisado na redução de velocidade e na melhoria da segurança do trânsito, nas áreas escolares.

As conclusões e recomendações estão citadas no capítulo 6.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A CRIANÇA VISTA NO PAPEL DE PEDESTRE

VINJÉ (1981) em seu artigo sobre as habilidades e limitações dos pedestres-crianças, relata sobre o desenvolvimento da criança no papel de pedestre. Dentre várias teorias, uma das mais conhecidas é a Teoria de Piaget¹.

De acordo com Piaget¹ (In: VINJÉ, 1981) o desenvolvimento da criança pode ser dividido em quatro significativos estágios.

O primeiro seria o estágio *sensório motor*, onde a criança ainda não está preparada para enfrentar o trânsito com sucesso. O segundo é o estágio *pré-operacional*, atingindo crianças de 2 a 7 anos. No início deste estágio a criança está limitada à vivência do momento presente, duramente centrada em um determinado ponto, e deste modo, um tanto rígida e egocêntrica. Devido a estas restrições, a criança tem pequena capacidade de antecipação e generalização de outras situações que ocorrem em sua volta. No decorrer do segundo estágio, a criança lentamente vai se tornando capaz de controlar e descentralizar sua atenção, situação na qual ela começa a considerar mais que um fator no seu meio e, ao mesmo tempo, seguindo para uma melhor adaptação, compreendendo situações mais complexas e se integrando com várias informações a sua volta. No final deste estágio ela já sabe decidir quando pode ou não atravessar uma via de tráfego.

O terceiro estágio, o *operacional*, que ocorre com crianças de 7 a 11 anos, está relacionado com a possibilidade da criança racionalizar sobre os eventos atuais e relacioná-los com outros eventos que já ocorreram em algum lugar, assim como

antecipar o que aconteceria no futuro, caso certo tipo de evento ocorresse, isto é, já é consciente da prevenção.

Aproximadamente com 11 anos de idade, a criança finalmente alcança o quarto estágio, o de *operações formais*, em que ela atinge uma compreensão adulta nos princípios lógicos do pensamento. Neste estágio, a criança está apta a participar do trânsito como um pedestre de nível adulto.

Dentro desta interpretação, é importante salientar que as idades mencionadas nos estágios, devem ser tratadas com grande cuidado, devido a individualidade de cada criança e seu período de desenvolvimento intelectual.

Neste mesmo artigo VINJÉ (1981) descreve sobre alguns estudos feitos sobre a percepção visual e auditiva da criança, assim como, sua mobilidade no trânsito. Finalmente relata-se a importância da orientação de trânsito para crianças, respeitando sua capacitação de reter as informações relacionadas ao trânsito, em função de sua idade.

Esta relação entre a idade da criança e as orientações de trânsito estão resumidas na Tabela 2.

TABELA II Relação dos tipos de orientações de trânsito e faixa etária da criança.

Tipo de Orientação	Informações
Reconhecimento da via	Requer ensinar as crianças as situações do trânsito que podem ser encontradas.
Permanecer de um lado da via	Ensinar para crianças acima de 4 anos
Parar enquanto visualiza o trânsito	É necessário ter no mínimo 7 anos , porque as crianças não podem dividir muito bem sua atenção em mais de duas coisas ao mesmo tempo.
Tipo de Orientação	Informações

Detectar veículos se aproximando	Por se exigir uma visão periférica e movimentos da cabeça, as crianças devem ser bem orientadas.
Julgar a velocidade dos veículos e sua distância	Entre 4 e 5 anos a criança pode observar a velocidade dos veículos, mas ainda não há a percepção de distância
Decisão de atravessar	Abaixo de 7 anos ainda não há a integração das informações sobre distância e velocidade dos veículos. Sugerindo-se somente atravessar quando não há veículos se aproximando
Planejar um Trajeto	Isto deverá ser informado por adultos para crianças acima de 7 anos.
Selecionar um local seguro para atravessar e um lugar seguro para aguardar a travessia	Deveriam ser orientadas crianças acima de 6 anos. Em vias com estacionamento permitido, a criança deveria permanecer em uma linha de visão.
Atravessar em local com semáforo de pedestres	A partir de 5 anos as crianças geralmente conhecem as cores vermelha e verde. O tempo que elas levam para fazer a travessia pode ser um problema.
Vias preferenciais	Crianças de 9 a 10 anos tem um certa interpretação das vias, entretanto devem ser bem orientadas.

Fonte: Vinjé (1981)

O Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN (1987) cita que embora as crianças circulem menos pelas ruas do que os adultos, elas são algumas das principais vítimas do trânsito. A viagem mais importante e, às vezes, a única que realizam diariamente, é o seu deslocamento até a escola e a volta para casa e, nesta viagem, a etapa mais perigosa é a travessia das ruas.

Quando são aplicadas medidas de segurança para os pedestres de um modo geral, é evidente que o pedestre mais jovem, as crianças, estão sendo beneficiadas. No entanto, não se deve esquecer que o comportamento e as reações das crianças são diferentes do pedestre adulto. Por isso, é importante conhecer algumas destas particularidades e limitações normais decorrentes da pouca idade:

- A pouca vivência e experiência fazem com que as crianças se tornem mais vulneráveis. Isto influi principalmente nos momentos em que for necessária a tomada de uma decisão e se agrava se esta for apressada;
- As crianças têm dificuldade em distribuir sua atenção, concentrando-se num aspecto de cada vez. Normalmente, elas adquirem uma impressão geral e superficial das coisas ou situações;
- Elas têm dificuldade em distinguir entre esquerda e direita e também em identificar a direção do som;
- Existem problemas físicos que se traduzem pelas limitações de reflexos e de coordenação motora, como baixa velocidade ao andar;
- A estatura baixa dificulta a interpretação correta da situação do tráfego e limita o ângulo de visão, além de permitir que as crianças sejam facilmente encobertas por objetos volumosos, veículos estacionados, etc.
- Embora toda a orientação que possa ter em contrário, as crianças acreditam que a maneira mais segura de atravessar a rua é correndo.

2.2. MEDIDAS DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO

Segundo CHRISTOFFEL *et al* (1986) para o desenvolvimento de medidas preventivas eficientes é necessário um entendimento de como e porque tais acidentes ocorrem e quais os melhores métodos para classificar os muitos fatores que aparecem para contribuir com o problema.

Na cidade de Chicago, no Estado de Illinois/EUA, em 1983, em um acordo para desenvolver a figura dinâmica de um acidente de pedestre, um processo multidisciplinar foi desenvolvido para coletar e interpretar informações médicas, de trânsito, sociais, psicológicas e comportamentais a respeito de eventos específicos de acidentes. A equipe foi formada por diversos profissionais: pediatra, engenheiro de trânsito, assistente social, psicólogo, sociólogo e um coordenador. Cada profissional responsabilizou-se pela segurança e interpretação dos elementos de sua especialidade.

Este estudo piloto investigou 6 acidentes de trânsito envolvendo crianças, considerando não só o local do acidente, mas outras causas que influenciaram na sua ocorrência.

Em relação ao trânsito, os dados de acidentes foram obtidos pelo registro policial e através de entrevistas com os pais. O engenheiro de tráfego responsabilizou-se por uma detalhada investigação *in loco*, verificando as condições geométricas da via, localização e avaliação de equipamentos de controle de velocidade e de trânsito nas proximidades, condições do pavimento, distâncias da sinalização viária existente, entre outros dados.

Em locais apropriados foram realizadas avaliações dos controles e condições de tráfego existentes nas proximidades da escola, enfatizando os pontos onde os acidentes ocorreram.

Foram obtidas também estatísticas de acidentes, entre 1980 e 1982, que envolveram pedestres no local e nas proximidades, com objetivo de identificar um modelo padrão de acidente e para determinar se o local está associado a um grau de risco alto ou baixo na ocorrência destes acidentes.

O resultado de cada caso estudado pela equipe foi sumarizado em forma de anotação e distribuído por membros da equipe para revisão e comentários. Foram tabulados as características das vítimas e outros fatores que poderiam contribuir na ocorrência de atropelamentos, como por exemplo: criança junto a um grupo de crianças, dia atípico, supervisão inadequada, situação não familiar, criança hiperativa, desenvolvimento anormal, visibilidade dificultada, falta de sinalização escolar, fatores relacionados ao comportamento do motorista e travessias no meio da quadra.

O resultado deste trabalho trouxe uma relação de fatores de grande importância:

- crianças hiperativas são mais propensas a acidentes que crianças normais;
- crianças são mais vulneráveis a atropelamentos quando estão em grupos;
- a ausência do estímulo familiar na questão de orientação do trânsito predispõe ao acidente;
- falta de visibilidade da sinalização.

Esta aproximação multidisciplinar identificou fatores distintos e de grande importância no estudo das causas dos atropelamentos com escolares que podem

auxiliar no desenvolvimento de medidas preventivas a serem implantadas na prática, como a influência das características biológicas, psicológicas e familiares das vítimas, assim como da comunidade na ocorrência de atropelamentos.

Entretanto, para atingir resultados eficientes com este método de estudo, exige-se uma avaliação de alta qualidade de informações médicas e registros policiais de acidentes;

SOUZA (1997) realizou um estudo diagnosticando os problemas relacionados ao trajeto e travessias dos pedestres em corredores de tráfego na cidade de São Paulo, através de análise de boletins de ocorrência e pesquisas comportamentais que caracterizaram a compreensão da sinalização e a percepção de risco por parte dos pedestres.

O autor concluiu que, embora a análise dos boletins de ocorrência tenham apontado que 64% dos atropelamentos ocorreram devido ao comportamento inadequado do pedestre, 80% dos locais analisados apresentavam problemas de engenharia, o que pode indicar que o comportamento inadequado do pedestre pode estar relacionado à ausência de tratamento adequado no aspecto engenharia.

Outro modelo de estudo multidisciplinar pode ser encontrado no Manual de Sinalização de Áreas Escolares, elaborado pelo DENATRAN (2000). Atualmente é o principal documento brasileiro especializado nesta área.

Segundo DENATRAN (2000), este manual tem como objetivo trazer uma série de informações básicas para a sinalização em áreas escolares visando proporcionar um espaço mais humano, com qualidade de vida, conforto, acessibilidade e, acima de tudo, segurança para escolares, prioritariamente na faixa etária até 14 anos.

São apresentadas etapas sucessivas que os técnicos podem seguir para aumentar a segurança da circulação dos alunos nos meios urbano e rural.

Nele se descreve a importância de se sinalizar as áreas escolares, os princípios da sinalização de trânsito, a responsabilidade dos órgãos de trânsito e do projetista perante o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), as características dos principais usuários envolvidos e seu comportamento, bem como dados das escolas e da vizinhança.

Descreve-se também como analisar as condições de segurança da circulação dos alunos, apresentando alguns procedimentos a serem seguidos para caracterizar os verdadeiros problemas e causas das situações existentes, assim como a formulação de alternativas e a escolha do melhor procedimento.

Em relação à realização de projetos, aborda-se a importância de passos determinantes para sua elaboração e apresentam-se alguns exemplos que podem ser adaptados para as condições e necessidades de cada escola.

Finalmente, ele apresenta as principais ferramentas que podem ser utilizadas na elaboração de projetos de segurança, incluindo os tipos de sinalização, os dispositivos de segurança e as medidas corretivas.

Em um artigo do ITE Technical Committee (1976), é defendida a importância da participação de engenheiros de tráfego locais e orientadores do trânsito (guardas) no planejamento e implementação de programas de segurança de trânsito nas escolas. Tratamentos especiais com as crianças envolvem o uso de orientadores de trânsito, programas de rondas de segurança, sinalização em áreas escolares e velocidade regulamentadas para estas áreas. Em geral, guardas fazendo a travessia

e cumprimento da sinalização são as melhores medidas para a segurança de escolares.

O ITE Technical Committee (1976) também recomenda a prática de um programa de segurança em seis fases:

- a) fase 1: levantamento do processo de segurança nas escolas, sendo que a organização deste programa requer o estabelecimento de um comitê incluindo representantes da lei, engenheiros, administradores da escola, professores e pais de alunos, e este comitê (um em cada área, não um em cada escola) treina e examina policiais, mantém relações públicas, recomenda ações e supervisiona a operação do programa de segurança;
- b) fase 2: identificação das deficiências dos trajetos, sendo que nesta fase são realizados estudos de tráfego para determinar o fluxo de veículos e pedestres, a velocidade desenvolvida pelos motoristas, frequência de acidentes e conflitos entre veículos e pedestres, distância de visibilidade, presença de semáforos, limite de velocidade, largura das vias e equipamentos de controle de velocidade, sendo também analisado o perfil do pedestre, como idade e sexo, para definir tempo de reação à sinalização, a capacidade mental e a velocidade de locomoção, no final estas informações são tabuladas.
- c) fase 3 : o mapeamento dos trajetos feitos pelos alunos a pé ou de bicicleta é realizado através de desenhos dos trajetos.
- d) fase 4: na seleção das medidas de controle são identificadas as deficiências constatadas na fase do mapeamento e os programas de educação de trânsito;

- e) fase 5: é realizada a implementação do programa, onde seu sucesso depende da aceitação pública, da adequação de fundos e do esforço cooperativo de todas as partes envolvidas, assim os usuários, pais e filhos, precisam ser adequadamente informados do programa e de suas implementações;
- f) fase 6: reavaliações anuais são recomendadas, assim como possíveis mudanças ocorridas ao longo do tempo como estudos de engenharia de tráfego, de fluxo de pedestres e boletins de acidentes .

Os projetos de sinalização em áreas escolares segundo o DENATRAN (2000) são peculiares de cada situação. O entorno, o tamanho e a abrangência da escola são aspectos que influenciam nas características de cada caso. Também é importante considerar que as medidas adotadas em escolas urbanas devem ser diferentes daquelas aplicadas em escolas rurais, pois a composição do tráfego, o comportamento dos condutores e dos escolares também diferem.

A localização das escolas em relação ao tipo de via é outro aspecto importante a ser levado em consideração. A dinâmica do crescimento e da transformação das cidades e das vias rurais mais o planejamento inadequado da localização de muitas escolas, quando da implantação de novos loteamentos, criam situações de grandes riscos. É comum se encontrar escolas situadas nas margens de vias importantes, com tráfego intenso de veículos.

Segundo o DENATRAN (2000) existe uma gama de medidas e dispositivos que podem ser utilizados nas vias urbanas, e que se corretamente escolhidos podem atingir bons resultados.

Para isso foi desenvolvido um procedimento técnico a ser seguido passo a passo:

- a) diagnóstico: identificação dos problemas existentes e as respectivas causas, elaboração de croquis, levantamento de dados (planos e projetos de trânsito existentes na escola, dados de acidentes, dados operacionais como fluxo de pedestres, velocidade de veículos) e realização de relatório;
- b) alternativas de ação: formular planos de ação para a escolha de medidas de segurança;
- c) projetos: deve ser representado em planta contendo os elementos da situação existente e proposta, desenhados em escala adequada;
- d) recursos de segurança dos escolares:
 - sinalização vertical, horizontal e semafórica;
 - adequação do trânsito: alteração do sentido de vias de sentido duplo; ordenamento do estacionamento e embarque/desembarque; mudança dos pontos de parada de ônibus e intervenções físicas como: redução das distâncias de travessia, canalização de pedestres utilizando gradis e construção de refúgios para pedestres no meio da via (ilhas de segurança);
 - medidas envolvendo a comunidade escolar : implementação de “operação travessia de escolares” e campanhas de educação de trânsito.

2.3 SINALIZAÇÃO EM ÁREAS ESCOLARES

A eficiência da sinalização de trânsito depende da soma dos seguintes princípios: legalidade, suficiência, padronização, clareza, precisão e confiabilidade, visibilidade e legibilidade; atualidade e manutenção. A implementação destes princípios permite ao usuário melhores condições de aceitação e respeito à sinalização (DENATRAN, 2000).

Os sinais de utilização obrigatória, contidos nos projetos de áreas escolares, segundo manuais de sinalização do DENATRAN são: a) verticais, placas de sinalização indicando travessia de escolares com ou sem faixa de travessia e limite de velocidade; b) horizontais, faixa de travessia e legendas “devagar” e “escola”.

Na cidade do Rio de Janeiro - RJ, segundo informações do TRÂNSITO BRASIL (2001), a Prefeitura lançou em dezembro de 2002 um projeto de sinalização especial para atender as escolas que apresentavam riscos de acidentes na travessia dos alunos. O objetivo da Prefeitura era diminuir o alto índice de atropelamentos na cidade, que na época era a maior causa de morte de crianças de 5 a 14 anos .

Além da sinalização horizontal, como a pintura de faixas de cores fortes no asfalto, também foram colocadas as sinalizações verticais regulamentadas no Código de Trânsito Brasileiro. Dessa forma, a prefeitura espera que motoristas atentem à importância da segurança no trânsito perto das escolas.

Já em um artigo do JORNAL DO BRASIL (2001), Luiz Paulo Corrêa da Rocha, secretário dos transportes do Rio de Janeiro, tem uma opinião contrária sobre o efeito das sinalizações vertical e horizontal. Segundo ele “não adianta mais a implantação apenas de placas de advertência, já que, em muitos casos, o motorista está prestando

mais atenção em outro elemento visual, como um *outdoor*, por exemplo. É necessário instalar uma nova sinalização, inclusive nas proximidades de escolas” (JORNAL DO BRASIL, 2001).

PORTO (2002) descreve um inovador sistema de sinalização implantado em vias próximo a dois estabelecimentos de ensino situados em Galiza, Portugal. Trata-se, por ora, de uma experiência, mas se esta for bem sucedida será estendida a todas as áreas escolares do município.

O novo sistema foi apelidado de “sinais ocultos”, uma vez que se tratam de painéis eletrônicos que, graças a um sensor, são ativados somente perante a aproximação de um veículo.

Neste caso passam a exibir de forma intermitente um símbolo luminoso alertando aos motoristas da presença de uma escola. Nos primeiros dias, os “sinais ocultos” ficam ligados 24 horas por dia, para a familiarização dos motoristas.

Com esta nova sinalização, o governo pretende persuadir os condutores a redobram os cuidados nas áreas escolares, evitando esta maneira os acidentes.

2.4 PISCANTES DE ALERTA EM ÁREAS ESCOLARES

Na Cidade de Curitiba-PR, desde 1997 vem sendo implantados diferenciáveis medidas de engenharia como segurança de trânsito em áreas escolares. Inicialmente faz-se uma vistoria inicial no entorno da escola para observar as características físicas da via, os trajetos dos alunos, o fluxo de veículos e pedestres, os pontos críticos, as condições das sinalizações existentes, entre outros.

Após esta avaliação são implantados sinalizações específicas para cada caso, e em determinadas situações, correções geométricas e dispositivos físicos na via. Dentre estas medidas de segurança, vem sendo implantado o piscante de alerta.

O uso do piscante de alerta tem se tornado um modelo em muitos países para alertar os motoristas da presença de escolares e para regularizar a velocidade de veículos em áreas escolares.

O piscante de alerta é um equipamento eletrônico posicionado em semipórtico com aproximadamente 3,10 m de altura, com um porta-foco com lâmpada amarela, embutido em uma placa de advertência de escola, com funcionamento intermitente, ao longo de todo o dia.

Diante do único sinal regulador de limite de velocidade nas áreas escolares, que são as placas de limite de velocidade, os faróis podem representar para o motorista área de perigo e sinalizar um determinado limite de velocidade durante o período de travessia dos escolares. Entretanto ainda questiona-se quanto a sua eficiência na redução de velocidade, em áreas escolares.

O Departamento de Transportes de Kentucky/EUA, em 1975, fez um estudo abordando sobre a redução de velocidades em áreas escolares que possuíam piscantes de alerta. O propósito deste estudo era verificar a eficiência destes piscantes na redução da velocidade.

Para isso, foram feitas pesquisas de velocidade durante os períodos em que o piscante de alerta estava ligado e desligado, em 48 locais. Também foram consideradas as características físicas de cada local, para avaliação da redução de velocidade.

Uma larga amostra de 120 piscantes, de um total de 424 existentes nas áreas central, nordeste e noroeste do estado de Kentucky/EUA, foi inspecionada para averiguar suas condições operacionais.

Esta informação foi útil para determinação da credibilidade dos piscantes de alerta nas operações diárias.

Quatorze vereditos foram concluídos nesta análise, dentre eles:

- A redução de velocidade atribuída pelos piscantes de alerta foi estatisticamente significativa em 80% das localizações. A média da redução de velocidade foi 5,8km/h. Setenta e um por cento dos locais apresentaram redução de velocidade de menos de 6,4 km/h. Somente dois locais tiveram reduções de velocidade a mais que 16,1 km/h.
- Constatou-se que, somente um defeito significativo do piscante de alerta, pode implicar em sua ineficiência. Aproximadamente 14% dos piscantes de alerta estavam com defeitos ou em mau funcionamento. Dentre eles, relógios inoperantes, lâmpadas ou fusível queimado, piscantes de alerta posicionados entre sinalizações comerciais, visibilidade obstruída, sinais deteriorados, marcas de pavimento apagadas, sinais não uniformes e piscantes funcionando em períodos irregulares (ZEEGER *et al*, 1975).

Segundo BURRIT *et al* (1990), a seção de Engenharia de Tráfego do Departamento de Transportes do Arizona/EUA, ao longo dos anos, tem negado as solicitações de implantação de piscantes de alerta nas rodovias.

E esta posição justifica-se devido ao fato de alguns piscantes de alerta estarem sendo instalados em locais inapropriados ou de menos grau de risco, reduzindo consideravelmente a eficiência destes em áreas de grande necessidade, onde o risco é real.

Este estudo foi baseado em análises de amostras quantitativas de velocidades desenvolvidas pelos motoristas, antes e depois da instalação de piscantes de alerta, nos meses de dezembro de 1986 e maio de 1987, respectivamente.

Concluiu-se que a presença de piscantes de alerta nas travessias escolares em Tucson, Estado de Arizona/EUA, falharam na redução da velocidade dos veículos, onde a velocidade máxima era 25 km/h.

REISS e ROBERTSON (1987), analisaram alguns estudos, com objetivo de determinar as percepções de escolares e motoristas no trânsito. Esta análise segmentou-se em dois estudos, um com os escolares e outro com os motoristas.

Foram realizadas entrevistas com aproximadamente 1000 alunos da pré-escola a 8ª série e 400 motoristas que circulavam em áreas escolares, em Nova Iorque, Maryland e Virgínia.

A maior tarefa do projeto, em relação aos motoristas, foi a avaliação de sua percepção, suas atitudes e mudanças de comportamento ao aproximarem-se de áreas escolares.

As perguntas feitas aos motoristas foram baseadas no reconhecimento da sinalização existente e através de painéis com seis tipos de placas de sinalização, e a conseqüente mudança de seu comportamento. O uso disfarçado de radar móvel foi utilizado para medir a performance dos motoristas e para fornecer uma comparação com as respostas dadas por eles.

Foram obtidos os seguintes resultados:

- 66% responderam que visualizaram algum tipo de sinalização na área escolar;
- O piscante de alerta foi citado por mais de 50% dos motoristas;
- Quarenta e sete por cento das respostas indicaram uma sinalização que não existia.

Diante deste quadro, concluiu-se que os motoristas não estavam observando os sinais de advertência na área escolar e, em geral, somente perceberam os piscantes de alerta quando estavam ligados, conforme mostra a tabela abaixo:

TABELA III Percepção dos motoristas na presença de piscante de alerta.

Percebeu a presença de piscante?	Piscante de alerta ligado	Piscante de alerta desligado
SIM	82%	56%
NÃO	18%	44%

Fonte: artigo REISS e ROBERTSON (1987).

Verificou-se também uma redução de 16km/h, enquanto o piscante de alerta estava ligado.

McCOY *et al* (1977), em Lincoln, Nebraska, realizaram um estudo para avaliar as velocidades desenvolvidas pelos motoristas em áreas escolares com a presença de piscante de alerta e de policiamento, isto é, um oficial fardado em um carro policial equipado com um radar móvel e estacionado em posição de visibilidade do local de travessia.

Quatro escolas foram estudadas: duas próximas às vias com sinalização básica, piscante de alerta e com limite de velocidade de 40km/h, e duas sem estes padrões.

O estudo foi realizado durante cinco semanas, em um período de 45 minutos durante a travessia dos escolares e uma hora depois deste período.

Foram selecionados locais com similaridades nas características da via e volume de veículos e pedestres.

Foram observadas 8100 velocidades. Os dados coletados em cada um dos locais foram estratificados em 4 situações, de acordo com o horário da coleta de dados e a presença de escolares nas travessias:

- SET 1- Velocidades durante 1 hora após 45 min do período de travessias, sem estudantes presentes;
- SET 2- Velocidades durante 45 min do período de travessia sem estudantes presentes;
- SET 3- Velocidades durante 45 min do período de travessia com estudantes presentes;
- SET 4- Velocidades durante 1 hora após 45 min do período de travessia com estudantes presentes.

As velocidades do SET 4 não foram analisadas porque a amostra foi muito pequena. Os primeiros efeitos foram computados com 85% das velocidades, como mostra:

$$Eped = (Xing \text{ W/O PED})_{85} - (Xing \text{ with PED})_{85} \quad (2.1)$$

$$Exing = (NON - Xing \text{ W/O PED})_{85} - (Xing \text{ W/O PED})_{85} \quad (2.2)$$

Eped = efeito da presença de pedestres (km/h)

Exing = efeito dos 45 min do período de travessia (km/h)

(Xing W/O PED)₈₅ = 85% velocidade SET 2 (km/h)

(NON Xing W/O PED)₈₅ = 85% velocidade SET 1 (km/h)

(Xing with PED)₈₅ = 85% velocidade SET 3 (km/h)

Os efeitos primários foram bem maiores no local 1, que estava dentro da área escolar com piscante de alerta e que tinha policiamento. O outro extremo foi evidente no local 4, que não estava dentro da área escolar, sem piscante de alerta e sem policiamento.

Neste estudo, constatou-se que, nos locais com a presença de piscante de alerta e policiamento, os efeitos foram maiores que nos locais sem a presença destes dispositivos.

Sabendo-se que o efeito é igual à diferença entre o limite de velocidade da via e o limite de velocidade desejado na área escolar, o efeito nos locais um e dois foram de 10 km/h. Já nos locais três e quatro, o efeito foi zero, isto é, não houve alteração significativa das velocidades em diferentes períodos analisados.

Baseado nestas análises dos efeitos, concluiu-se também que a presença de pedestres e o período de travessias acentuaram o efeito da área escolar com piscante de alerta. O efeito pedestre na travessia escolar foi atribuída às percepções de atenção do motorista.

Diante destes resultados, constatou-se que em locais dentro de áreas escolares e com piscante de alerta, pode haver uma conscientização maior por parte

dos motoristas quanto à necessidade de se ter mais atenção quando os pedestres estão presentes, mas a redução da velocidade somente é efetiva quando há policiamento, somando 70% do efeito desejado.

A intensidade do efeito policiamento foi medida através da fórmula:

$$N = (1 - (PC/100\text{percen}))V \quad (2.3)$$

Onde:

N = número de violações/hora

PC = % média de cumprimento do limite de velocidade no período em que o policiamento estava presente

V= volume médio de veículos/h no período do policiamento.

Baseado neste estudo concluiu-se que, em áreas escolares com o piscante de alerta e a presença de policiamento, acentuou-se o efeito de redução de velocidade quando os pedestres estavam presentes e no período de 45 minutos.

Portanto, para se alcançar um nível aceitável no cumprimento da velocidade limite pelos motoristas, além de piscantes de alerta, deveriam existir policiamentos regulares nas áreas escolares.

2.5 MODERADORES DE TRÁFEGO (TRAFFIC CALMING)

Os moderadores de tráfego têm sido vistos como uma das possibilidades de enfrentar problemas com altas velocidades de maneira eficiente.

Segundo BHTRANS (2000), moderador de tráfego é o termo que designa a aplicação da engenharia de tráfego através do desenvolvimento de medidas físicas

para controlar a velocidade dos veículos e induzir os motoristas a dirigir de um modo mais apropriado no meio ambiente.

O moderador de tráfego se tornou comum em muitas áreas urbanas na Europa, primeiramente como resultado de políticas governamentais que visam reduzir em um terço o número de acidentes. Em segundo lugar, muitas autoridades locais consideram o moderador e tráfego um elemento importante nas suas estratégias de transporte. Finalmente, há uma demanda em áreas residenciais.

Geralmente, a adoção destes dispositivos tem resultado em áreas mais adequadas à habitação, com ganhos na qualidade ambiental e na segurança viária, como resultado de baixas velocidades e da redução de tráfego.

Os moderadores de tráfego podem ser definidos em dois sentidos: amplo e restrito. O primeiro propõe uma política geral de transportes que inclui, além da redução de velocidade média nas áreas edificadas, um grande incentivo ao tráfego de pedestres, ao ciclismo, ao transporte público e à renovação urbana. No seu sentido restrito, moderadores de tráfego podem ser considerados como uma política para a redução da velocidade dos veículos em áreas edificadas e, portanto, amenizando o impacto ambiental desses veículos.

Considerando o moderador de tráfego no sentido restrito, seus objetivos dividem-se em três categorias:

- reduzir o número e a severidade dos acidentes;
- reduzir os ruídos e a poluição do ar;
- revitalizar as características ambientais das vias através da redução do domínio do automóvel.

As técnicas destes moderadores têm sido amplamente utilizadas em projetos de revitalização de áreas densamente urbanizadas e de ordenamento do tráfego em áreas residenciais, como forma de reduzir acidentes de trânsito, notadamente envolvendo pedestres, assim como controlar a velocidade dos veículos e organizar adequadamente o fluxo de tráfego. Estas técnicas estão baseadas no princípio de que o tráfego deve estar ajustado de maneira equilibrada com o meio ambiente. Elas consistem na introdução de intervenções físicas no sistema viário que têm como objetivo condicionar o comportamento dos motoristas para trafegarem com velocidades moderadas, bem como desestimular o tráfego de passagem.

As principais medidas de moderadores de tráfego implementadas em vias são: deslocamento do eixo das vias, bloqueio parcial de cruzamentos, implantação de chicanas, implantação de mini-rotatórias e utilização de pavimentos texturizados e/ou de cores diferenciadas.

Já as medidas específicas estão divididas em duas categorias: a) para a redução da velocidade dos veículos; e b) para criar um ambiente que induza a um modo prudente de dirigir.

Entre estas medidas redutoras de velocidade estão: as deflexões verticais e horizontais, as restrições na pista, rotatórias, redução do raio de giro, regulamentação de preferenciais e marcas viárias.

Na tabela abaixo se apresenta de maneira reduzida a contribuição de cada medida em termos da redução de velocidade, bem como a sua aplicabilidade para categorias de vias classificadas quanto à velocidade e prioridade.

TABELA IV Medidas de Redução de Velocidade

Tipo	Faixa Redução de Velocidade	Aplicação			
		L	CS	CP	A
deflexões verticais	A	♣	♣	♦	•
deflexões horizontais	B	♣	♣	♦	•
restrições na pista	B	♣	♣	♦	•
rotatórias	B	♦	♦	♦	♦
redução do raio de giro	B	♣	♣	♣	•
regulamentação de prioridades	B	♦	♦	•	•
marcas viárias	C	•	•	♦	♣

NOTA: A : garante o percentil 85 abaixo da velocidade desejada, B: reduz a velocidade mas não garante o nível do percentil 85, C: serve como lembrete ou incentivo para dirigir devagar e moderadamente, L: local, CS: coletora secundária, CP: coletora primária, A: arterial, ♣ viável, ♦ possível e • não recomendado.

Fonte: BHTRANS

3 MÉTODO UTILIZADO NA COLETA DE DADOS

3.1 SELEÇÃO ESCOLAS ANALISADAS

Os levantamentos foram realizados na Cidade de Curitiba, por amostragem, em 20 escolas de ensino de 1º grau, em vias que possuíam algum tipo de dispositivo redutor de velocidade.

Para o piscante de alerta foram realizados dois tipos de levantamentos: o primeiro foi realizado em 5 escolas das 54 que possuem o piscante de alerta, e o segundo foi realizado em 5 escolas que não possuem este dispositivo. Posteriormente foram comparados os resultados.

Para escolha desta amostra, primeiramente foram levantados o índice de acidentes e atropelamentos que ocorreram nestes locais e proximidades, entre os meses de janeiro de 2001 e dezembro de 2002, e posteriormente, as características de tráfego e do entorno semelhantes, como largura da via, existência de calçadas, tipo da via, uso do solo, existência de sinalização viária, entre outras.

A única diferença considerável foi que, cinco escolas possuíam o piscante de alerta nas proximidades e as outras cinco não possuíam este equipamento.

Para os outros tipos de dispositivos, isto é, sinalização vertical e horizontal, cones e presença de monitor no meio da via, estrangulamento de pista, ilha de segurança, ondulação (lombada física) e lombada eletrônica, a amostra foi selecionada através de pesquisas de índice de acidentes e atropelamentos ocorridos no local e nas proximidades, assim como características de tráfego e do entorno semelhantes. Entretanto, para estes dispositivos foram selecionadas duas amostras, conforme tabela abaixo:

TABELA V Relação das escolas e seus respectivos dispositivos analisados

Dispositivo de segurança	Escola
Com Piscante de Alerta	Escola Estadual José Guimarães Escola Municipal Guilherme L.B. Sobrinho Escola Estadual Francisco de Assis Escola Municipal Campo Mourão Escola Municipal João Turin
Sem Piscante de Alerta	Escola Municipal Linneu Ferreira do Amaral Escola Municipal Augusta G. Ribas Escola Municipal Paranavaí Escola Estadual Dezenove de Dezembro Escola Estadual Dom Orione
Cones e Monitor	Escola Municipal Francisco Frischman Escola Municipal Carlos Drumond de Andrade
Estrangulamento da via	Escola Municipal Guilherme Butler

	Escola Estadual Ermelino de Leão
Ilha de segurança	Escola Municipal Ditmar Brehol Escola Municipal Cecília Meirelles
Ondulação (lombada física)	Escola Municipal Izabel Lopes de Souza Escola Estadual Guido Straube
Lombada Eletrônica	Escola Estadual Francisco Derosso Escola Estadual Ernani Vidal
Sinalização vertical e horizontal*	Escola Municipal Augusta K. Ribas Escola Municipal Paranaíba

* Na análise da sinalização vertical e horizontal foram selecionadas duas escolas já analisadas no estudo das escolas sem o piscante de alerta.

3.2 TAMANHO DA AMOSTRA

Baseado no VASCONCELOS (1982) considerou-se um tamanho de amostra, para cada escola selecionada, estatisticamente dimensionada através da equação $N = (KS)^2/d^2$, onde os parâmetros desvio padrão e erro admissível foram utilizados equivalentes ao da Cidade de São Paulo, por não se ter encontrado valores referenciais para a Cidade de Curitiba, onde:

S = desvio padrão para via coletora = 8 km/h

d = erro aceitável na estimativa da velocidade (km/h) = 5km/h

K= constante relativa ao nível de precisão de 99,7% = 15

Portanto o tamanho da amostra dimensionado foi de 576 veículos.

3.3 LEVANTAMENTO DAS VELOCIDADES

Os dados foram levantados no mês de novembro de 2003 e nos meses de março, abril e maio de 2004, para coincidir com o período letivo.

Foram realizadas medições de velocidade com radar móvel nos horários de saída dos alunos, entre 16:30 horas e 18:00 horas, em cada escola, nas proximidades da faixa de pedestres, entre cinco a dez metros desta.

As pesquisas foram realizadas nas terças, quartas e quintas-feiras por serem considerados dias típicos quanto ao comportamento do tráfego, evitando também dias chuvosos, tentando se aproximar de uma situação mais próxima da predominante.

Paralelamente foram levantadas as características de tráfego e do entorno. Para estes levantamentos foi elaborada uma planilha padrão onde foram anotados dados gerais da escola, dados do entorno, características da via, presença de sinalização viária, o uso do solo e índice de acidentes, complementado por um croqui.

3.4 MATERIAIS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NOS LEVANTAMENTOS

Para o levantamento dos dados, inicialmente foram utilizados índices de ocorrências de acidentes realizados pelo Serviço Integrado de Atendimento ao Trauma em Emergência (SIATE) e mapa da cidade de Curitiba para pontuar as localizações de maior ocorrência dos atropelamentos. Posteriormente utilizou-se materiais de arquivos existentes no setor de projetos de trânsito da Diretoria de Trânsito (DIRETRAN), para seleção das escolas.

Foram utilizados também fotos aéreas; trenas para medição da largura de vias e calçadas, assim como, um radar móvel para a medição das velocidades.

3.5 PLANILHA PADRÃO DE LEVANTAMENTOS DE DADOS

Para a obtenção de dados das características viárias em torno da escola foi elaborada uma planilha padrão, que foi utilizada *in loco*, como forma de auxílio para a coleta dos dados (Anexo 1).

4 LEVANTAMENTOS TÉCNICOS REALIZADOS NAS ÁREAS ESCOLARES

4.1 PISCANTE DE ALERTA

4.1.1 Descrição

Esta sinalização tem sido utilizada no sistema viário de Curitiba desde o ano de 1997, próxima a áreas escolares, em vias coletoras com problemas com velocidades acima de 40km/h.



FIGURA 4.1 - Piscante de Alerta.

4.1.2 Levantamento de Dados

Apresenta-se no Anexo 2 o levantamento da velocidade pontual dos veículos, com o respectivo cálculo da velocidade média e da velocidade 85 percentil, bem como o levantamento dos dados gerais do entorno da escola, através do preenchimento da planilha correspondente e respectivo croqui para as seguintes escolas listadas abaixo.

TABELA VI Escolas com e sem piscante de alerta.

Dispositivo de segurança	Escola
Com piscante de Alerta	Escola Estadual José Guimarães Escola Municipal Guilherme L.B. Sobrinho Escola Estadual Francisco de Assis Escola Municipal Campo Mourão Escola Municipal João Turin
Sem piscante de alerta	Escola Municipal Linneu Ferreira do Amaral Escola Municipal Augusta G. Ribas Escola Municipal Paranavaí Escola Estadual Dezenove de Dezembro Escola Estadual Dom Orione

4.1.3 Avaliações técnicas em relação a pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno

Para verificar a eficiência dos piscantes de alerta na redução de velocidades, na Cidade de Curitiba, foram realizados levantamentos em cinco escolas que possuem piscante de alerta nas proximidades e cinco que não possuem este dispositivo.

Nas escolas onde não existe o piscante de alerta, chegou-se aos seguintes resultados:

4.1.3.1 Escola Municipal Linneu Ferreira do Amaral

O levantamento técnico foi realizado na Rua Roraima, que está adequadamente sinalizada, conforme mostra croqui no anexo, com placas e legendas indicando o limite de velocidade de 30km/h, além das placas e faixa de pedestre indicando travessia de escolares. A velocidade média relativa neste local foi de 49 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 58,50 km/h.

Quanto ao entorno, verificou-se que as características físicas da Rua Roraima estimulam o excesso de velocidade, como por exemplo, a largura da via que é de 10 metros, o pavimento asfáltico que está em ótimas condições e a ausência de redutores de velocidade nas proximidades. Entretanto, observou-se que há um nível de segurança no local como: boa visibilidade dos motoristas e pedestres, assim como calçadas adequadas e em boas condições de trafegabilidade.

4.1.3.2 Escola Municipal Augusta G. Ribas

A velocidade média relativa foi de 45,40 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 57,50 km/h. No local existem placas e legendas na pista indicando o limite de velocidade de 30km/h.

A Rua dos Pioneiros tem sentido único e é plana, tem largura de 9,60m e boas condições do pavimento, características que estimulam altas velocidades. Entretanto devido a presença de estacionamento lateral e um acesso de conversão à esquerda após a faixa de pedestres, observou-se uma redução de velocidade neste local.

Os motoristas não têm boa visibilidade dos pedestres, e vice-versa, devido presença de estacionamento lateral direito estar muito próximo da faixa de pedestres. No local as calçadas estão adequadas para utilização dos pedestres.

4.1.3.3 Escola Municipal Paranaíba

Localizada na Rua Constantino José de Almeida verificou-se que o fluxo de veículos é baixo e a região é predominantemente residencial. Existem placas e legendas indicando o limite de velocidade, em boas condições. A velocidade média relativa foi de 38,26km/h e a velocidade 85 percentil igual a 53 km/h.

Quanto ao entorno, o sentido da via é duplo, com 7,40m de largura e calçadas em boas condições de trafegabilidade. A visibilidade dos motoristas e pedestres é um pouco prejudicada pois existe estacionamento bilateral nas proximidades da faixa de travessia. Existem também pontos de ônibus nas proximidades, mas não prejudicam a visibilidade pois estão localizados a aproximadamente 30 m. da faixa de pedestres.

4.1.3.4 Escola Estadual Dezenove de Dezembro.

A escola está localizada na Rua Desembargador Motta, região central da cidade, com fluxo de veículos intenso, problemas com altas velocidades e sinalização de 30km/h deficiente. A velocidade média relativa foi de 52,62 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 65km/h.

A via tem sentido único, com 7,80 m de largura e as calçadas são adequadas, entretanto muitos veículos as utilizam como estacionamento, prejudicando a circulação dos pedestres.

Existe cruzamento semaforizado antes deste local, a aproximadamente 100 m, entretanto as brechas que facilitam a travessia dos escolares são pequenas.

4.1.3.5 Escola Estadual Dom Orione

Está localizada na Rua Prof. Fábio de Souza, entretanto o levantamento foi realizado na Rua Bocaiúva. É uma região predominantemente residencial, entretanto a Rua Bocaiúva é uma via de ligação, com fluxo considerável de veículos e problemas com altas velocidades. A sinalização está adequada, entretanto verificou-se necessidade de repintura das legendas “escola” e “30km/h”. A velocidade média relativa foi de 43,80 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 49km/h.

A via tem sentido duplo, com 11,00 m de largura e as calçadas são adequadas, com 2,50m de largura.

Nas escolas que possuem o piscante de alerta em suas proximidades, obteve-se os seguintes resultados:

4.1.3.6 Escola Estadual José Guimarães

O piscante de alerta está bem posicionado, e por a via ser plana, os motoristas têm boa visibilidade da sinalização que está em boas condições. Entretanto a velocidade média relativa foi de 53,78 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 65km/h.

A via tem sentido único, com 11,40 m de largura, características que incentivam o excesso de velocidade. No local, o fluxo de veículos ultrapassa os 600 veículos/hora, o que dificulta a travessia dos pedestres, mas devido à presença de cruzamentos semaforizados antes deste local, existem “brechas” que possibilitam a travessia dos escolares. As calçadas estão em boas condições e existem gradis metálicos nas proximidades da faixa de pedestres com o objetivo de orientar a travessia dos escolares.

4.1.3.7 Escola Municipal Guilherme L.B. Sobrinho

O levantamento técnico foi realizado na Rua Senador. Salgado Filho, uma via sinuosa com um fluxo de veículos considerável, entre eles o de caminhões.

Existem placas indicando limite de velocidade de 30km/h e legendas “devagar”, além de tachões implantados no meio da via ao longo de todo o trecho. A velocidade média no local foi de 50,54 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 59 km/h.

O piscante de alerta está posicionado entre duas curvas junto à faixa de pedestres, prejudicando a visibilidade antecipada dos motoristas, assim como a dos escolares, que preferem fazer a travessia a aproximadamente 50 m do local. As

árvores existentes ao longo da via também prejudicam a visibilidade. Um ponto de ônibus está posicionado bem próximo da faixa de pedestres.

4.1.3.8 Escola Estadual Francisco de Assis

A Rua Júlio Pernetta está adequadamente sinalizada com placas indicando limite de velocidade de 30km/h, assim como legendas “devagar” e “escola”.

O piscante de alerta e toda a sinalização estão posicionados em um aclive, possibilitando aos motoristas boa visibilidade do local, entretanto constatou-se uma velocidade média de 48,77 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 59 km/h.

A via é de sentido único, com largura de 10m e boas condições do pavimento e calçadas. Existem gradis metálicos orientando a travessia dos escolares.

4.1.3.9 Escola Municipal Campo Mourão

Verificou-se a falta de sinalização regulamentando o limite de velocidade de 30km/h. O piscante de alerta está parcialmente escondido devido à presença de árvores altas ao longo deste trecho. A velocidade média no local foi de 42,19 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 49 km/h.

A largura da via é de 9,50m, com boas condições do pavimento e calçadas e a visibilidade dos motoristas e pedestres está prejudicada pelo estacionamento bilateral muito próximo à faixa de pedestres.

4.1.3.10 Escola Municipal João Turin

A sinalização indicando limite de velocidade de 30km/h está deficiente e o piscante de alerta está escondido entre as árvores. A velocidade média relativa foi de 39,48 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 48 km/h.

A via é plana, com sentido único e com 10 m de largura, características que incentivam o excesso de velocidade, mas como este local está posicionado entre dois cruzamentos semaforizados, não há espaço suficiente para os motoristas excederem a velocidade de 48 km/h. Verificou-se também que o estacionamento bilateral prejudica a visibilidade dos motoristas e dos pedestres.

TABELA VII Velocidades médias e 85 percentil – piscante de alerta

Escola	Piscante de alerta	Vmédia (km/h)	V85 (km/h)
Escola Estadual José Guimarães	sim	53,78	65,00
Escola Municipal Guilherme L.B. Sobrinho	sim	50,54	59,00
Escola Estadual Francisco de Assis	sim	48,77	59,00
Escola Municipal Campo Mourão	sim	42,19	49,00
Escola	Piscante de alerta	Vmédia (km/h)	V85 (km/h)
Escola Municipal João Turin	sim	39,48	48,00
Escola Municipal Linneu Ferreira do Amaral	não	49,00	58,50
Escola Municipal Augusta G. Ribas	não	45,40	57,50
Escola Municipal Paranavaí	não	38,26	53,00
Escola Estadual Dezenove de Dezembro	não	52,62	65,00
Escola Estadual Dom Orione	não	43,80	49,00

4.2 CONES E MONITOR DE TRÂNSITO NA VIA

4.2.1 Descrição

Através de um programa de trânsito da Prefeitura de Curitiba, realizado pela DIRETRAN – Diretoria de Trânsito, muitas escolas estão utilizando cones amarelos no meio da via e a orientação de monitores do trânsito, para alertar os motoristas da presença de escolares e redução de velocidade.

O padrão utilizado pelas escolas é 10 cones posicionados no meio da via, nas proximidades da faixa de pedestres e a presença de um monitor com colete e boné para orientar a travessia dos escolares.



FIGURA 4.2 – Cones e Monitor

4.2.2 Levantamento de Dados

Apresenta-se no anexo 3 o levantamento da velocidade pontual dos veículos, com o respectivo cálculo da velocidade média e da velocidade 85 percentil, bem como o levantamento dos dados gerais do entorno da escola, através do preenchimento da planilha correspondente e respectivo croqui para a Escola Municipal Francisco Frischmann e Escola Municipal Carlos Drumond de Andrade

4.2.3 Avaliações técnicas em relação a pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno

4.2.3.1 Escola Municipal Francisco Frischmann

As sinalizações vertical e horizontal indicam limite de velocidade de 30km/h estão bem visíveis. Verificou-se que antes do início da operação com os cones e

monitor, a velocidade média relativa foi de aproximadamente 39km/h e a velocidade 85 percentil igual a 47,50 km/h. Com a implantação dos cones e presença do monitor, a velocidade média relativa reduziu para aproximadamente 35 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 45 km/h. Uma redução de 4km/h na velocidade média.

A Rua Cid Marcondes de Albuquerque é uma via plana, com 9,10 m de largura e estacionamento bilateral. O pavimento e calçadas estão em boas condições e possuem gradis metálicos nas proximidades da faixa de pedestres para orientar os escolares.

4.2.3.2 Escola Municipal Carlos Drumond de Andrade

Existe sinalização indicando limite de velocidade de 30km/h. Antes do início da operação com cones e monitor, a velocidade média relativa foi de aproximadamente 45 km/h e a velocidade de 85 percentil igual a 58km/h. Com a implantação dos cones e presença do monitor, a velocidade média relativa reduziu para aproximadamente 32 km/h, com velocidade de 85 percentil igual a 39 km/h. Um resultado de grande importância, pois se teve uma redução de 13km/h na velocidade média

A Rua Eduardo Pinto da Rocha é uma via plana, com 9,50 m de largura e o pavimento está em boas condições, entretanto somente existe calçada de um lado da via, prejudicando a segurança dos escolares.

TABELA VIII Velocidades médias e 85 percentil – cones e monitor

Escola	Cones e monitor	Vmédia	V85
---------------	------------------------	---------------	------------

		(km/h)	(km/h)
Escola Municipal Francisco Frischmann	sim	39,00	47,50
Escola Municipal Carlos D. de Andrade	sim	45,00	58,00

4.3 ESTRANGULAMENTO DE VIA

4.3.1 Descrição

É uma redução de largura da seção transversal da via, nos dois sentidos de circulação simultânea. Permite que dois carros passem um pelo outro com velocidade reduzida. O pedestre, com a redução da pista fica menos tempo exposto ao trânsito, além de que, quando posicionado em cima da calçada, possui maior visibilidade dos veículos e vice-versa, isto é, os motoristas também têm maior visibilidade do pedestre que vai fazer a travessia.



FIGURA 4.3 - Estrangulamento de via.

4.3.2 Levantamento de Dados

Apresenta-se no Anexo 4 o levantamento da velocidade pontual dos veículos, com o respectivo cálculo da velocidade média e da velocidade 85 percentil, bem como o levantamento dos dados gerais do entorno da escola, através do preenchimento da planilha correspondente e respectivo croqui para a Escola Municipal Guilherme Butler e Escola Estadual Ermelino de Leão

4.3.3 Avaliações técnicas em relação a pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno

4.3.3.1 Escola Municipal Guilherme Butler

A velocidade média relativa foi de 50 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 62,50 km/h. No local existem placas de limite de velocidade de 30km/h e legendas “devagar” bem visíveis.

A largura da via é de 11 m e no local do estrangulamento, 7m. As condições do pavimento são boas e existem calçadas adequadas. A travessia dos escolares está localizada em um declive, prejudicando parcialmente a visibilidade dos motoristas e pedestres. Existem pontos de ônibus a aproximadamente 50 m do local, não prejudicando a visibilidade.

4.3.3.2 Escola Estadual Ermelino de Leão

A velocidade média relativa foi de 48km/h e a velocidade 85 percentil igual a 58km/h. O local está adequadamente sinalizado com placas indicando limite de velocidade de 30km/h e legendas “devagar”. A R. Ns. Sra de Nazaré tem sentido

duplo, com 10m de largura e no estreitamento com 6m de largura e com pavimento e calçadas em boas condições. Existe um ponto de ônibus localizado a 25 m da faixa de pedestres, não prejudicando a visibilidade.

TABELA IX Velocidades médias e 85 percentil – estrangulamento de pista

Escola	Estrangulamento de via	Vmédia (km/h)	V85 (km/h)
Escola Municipal Guilherme Butler	sim	50,00	62,50
Escola Estadual Ermelino de Leão	sim	48,00	58,00

4.4 ILHA DE SEGURANÇA

4.4.1 Descrição

É um obstáculo físico implantado no meio de uma via de circulação, dividindo-a em duas pistas ao longo de aproximadamente 10m, com objetivo de facilitar a travessia dos escolares, que poderão fazê-la em duas etapas, e reduzir a velocidade dos veículos, pois diminui a pista de circulação, dando a sensação de estrangulamento da pista.



FIGURA 4.4 – Ilha de Segurança

4.4.2 Levantamento de Dados

Apresenta-se no Anexo 5 o levantamento da velocidade pontual dos veículos, com o respectivo cálculo da velocidade média e da velocidade 85 percentil, bem como o levantamento dos dados gerais do entorno da escola, através do preenchimento da planilha correspondente e respectivo croqui para as Escola Municipal Ditmar Brephol e Escola Municipal Cecília Meirelles

4.4.3 Avaliações técnicas em relação a pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno

4.4.3.1 Escola Municipal Ditmar Brephol

A ilha de segurança está localizada no cruzamento da Rua João Dembinski com a Rua Clemente Ritz, a 350m da escola. Este local faz parte do trajeto das crianças que moram do outro lado da Rua João Dembinski. A via está bem sinalizada com placas e legendas de limite de velocidade de 30km/h, além de tachões no meio da via.

A velocidade média relativa neste local foi de 44 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 55 km/h, uma redução considerável para vias coletoras como a Rua. João Dembinski, que tem características físicas que incentivam o desenvolvimento de altas velocidades, como por exemplo, boas condições do pavimento, largura de 9,10 m e geometria curvilínea. Existe um ponto de ônibus muito próximo à faixa de pedestres e a via é curva, obstáculos que prejudicam a visibilidade dos pedestres e motoristas.

4.4.3.2 Escola Municipal Cecília Meirelles

Existem placas de limite de velocidade de 30km/h e tachões no meio da via, sem presença de legendas no chão. A velocidade média relativa foi de 45 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 55km/h.

A ilha localiza-se em uma via plana com 11m de largura e possui um grande fluxo de veículos, inclusive ônibus, tendendo a ter altas velocidades. Existem pontos de ônibus nas proximidades mas não prejudicam a visibilidade.

Nas duas escolas avaliadas a ilha de segurança tem 2m de largura.

TABELA X Velocidades médias e 85 percentil – ilha de segurança

Escola	Ilha de segurança	Vmédia (km/h)	V85 (km/h)
Escola Municipal Ditmar Brephol	sim	44,00	55,00
Escola Municipal Cecília Meirelles	sim	45,00	55,00

4.5 ONDULAÇÃO TRANSVERSAL (LOMBADA FÍSICA)

4.5.1 Descrição

É uma porção elevada da via com perfil circular implantada em ângulo reto em relação à direção do tráfego. São construídas de meio-fio a meio-fio ou afilada nas pontas, junto ao meio-fio, por questões de drenagem. Seu objetivo é a redução de velocidade.



FIGURA 4.5 – Ondulação

4.5.2 Levantamento de Dados

Apresenta-se no anexo 6 o levantamento da velocidade pontual dos veículos, com o respectivo cálculo da velocidade média e da velocidade 85 percentil, bem como o levantamento dos dados gerais do entorno da escola, através do preenchimento da planilha correspondente e respectivo croqui para a Escola Municipal Izabel Lopes de Souza e Escola Estadual Guido Straube.

4.5.3 Avaliações técnicas em relação a pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno

4.5.3.1 Escola Estadual Izabel Lopes de Souza

A faixa de pedestres está localizada entre duas ondulações, distanciadas da faixa 63 m e 41m, respectivamente. A via está bem sinalizada com placas indicando limite de velocidade de 30km/h ,legendas “devagar” e tachões no meio da via.

A velocidade média relativa na faixa de pedestres foi de 30km/h e a velocidade 85 percentil igual a 37,50 km/h, resultados estes muito próximos da sinalização de regulamentação de velocidade implantada neste trecho, que é de 30km/h.

Quanto ao entorno, a via tem sentido duplo com 11m, de largura, a faixa de pedestre está localizada próximo a um aclave/declive, as condições do pavimento e calçadas são boas e existe um fluxo considerável de veículos pesados.

Devido à geometria da via e estacionamento lateral, a visibilidade dos motoristas e pedestres é um pouco prejudicada.

4.5.3.2 Escola Estadual Guido Straube

A faixa de pedestre distancia das ondulações, respectivamente, 25 m e 35 m. O local está bem sinalizado com placas e legendas de 30km/h, assim como tachões no meio da via. A velocidade média relativa aproximou-se de 27km/h e a velocidade 85 percentil foi igual a 35km/h. Neste local, a velocidade média dos veículos foi menor que a regulamentada pela sinalização existente, que é de 30km/h.

A Rua Jacarezinho é plana, com 9,60 m de largura, proibição de estacionamento dos dois lados, pavimento e calçadas em boas condições. Existem pontos de ônibus nas proximidades, mas não prejudicam a visibilidade. Nesta via o fluxo de veículos é intenso, ultrapassando dos 600 veículos/hora, prejudicando a travessia dos escolares.

TABELA XI Velocidades médias e 85 percentil – ondulação transversal

Escola	Lombada física	Vmédia	V85
---------------	-----------------------	---------------	------------

		(km/h)	(km/h)
Escola Estadual Izabel L. de Souza	sim	30,00	37,50
Escola Estadual Guido Straube	sim	27,00	35,00

4.6 LOMBADA ELETRÔNICA

4.6.1 Descrição

É um equipamento eletrônico redutor de velocidade que pode estar inserido em uma torre ou pórtico, quando a via possui mais de 2 faixas de circulação.

As lombadas eletrônicas ficam posicionadas em ilhas de segurança no centro da pista, ou nas calçadas próximas ao meio-fio. As lombadas eletrônicas analisadas em Curitiba estão posicionadas em ilhas de segurança e fiscalizam uma faixa de cada sentido da pista. O limite de velocidade é de 40km/h.



FIGURA 4.6 - Lombada Eletrônica

4.6.2 Levantamento de Dados

Nestas escolas não foram realizadas pesquisas de velocidade já que o respeito ao limite de velocidade no local é praticamente efetivo entre os motoristas, estando estes sujeitos a multa através de fotografia, caso haja descumprimento da sinalização de velocidade implantada.

No Anexo 7 apresentam-se o levantamento dos dados gerais do entorno da escola, através do preenchimento da planilha correspondente e respectivo croqui para a Escola Estadual Francisco Derosso e Escola Estadual Ernani Vidal

4.6.3 Avaliações técnicas em relação à pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno

4.6.3.1 Escola Estadual Francisco Derosso

A lombada eletrônica está localizada na Rua Francisco Derosso em uma ilha de pedestres com 2,00 m de largura. A via tem 10,50 m de largura e está adequadamente sinalizada com placas de 40km/h (velocidade padrão para lombadas eletrônicas em Curitiba) e de travessia de escolares, assim como legendas “ESCOLA” e “40km/h”. As calçadas estão em boas condições de trafegabilidade apesar de serem estreitas para o volume de escolares (2,0m de largura). A via é plana, sem áreas de estacionamento nas proximidades e pontos de ônibus à 30m da faixa de travessia, características que não prejudicam a visibilidade dos motoristas e pedestres.

Um problema verificado no local foi o fluxo de veículos, que por ser em número considerável, aproximando-se de 600 veículos/hora nos horários de pico e

ocorrer uma uniformização da velocidade de 40 km/h, diminui-se a distância entre os veículos (brechas), prejudicando a travessia dos alunos.

Para amenizar este problema, um monitor atua no local para possibilitar a travessia dos escolares, anulando a função da lombada eletrônica.

4.6.3.2 Escola Estadual Ernani Vidal

A lombada eletrônica está localizada na Rua Mateus Leme em uma ilha de pedestres de 2,0 m de largura. A via tem 10,0 m de largura e está adequadamente sinalizada com placas de 40km/h e travessia de escolares, assim como legendas “ESCOLA” e “40km/h”, faixa de pedestres e zebraado.

Na quadra onde está posicionada a lombada eletrônica o estacionamento somente é permitido em um recuo existente a aproximadamente 20m da faixa de pedestres e não possuem pontos de ônibus, facilitando a visibilidade de motoristas e pedestres. O fluxo de veículos é bem considerável, todavia há “brechas”, facilitando a travessia dos escolares.

4.7 SINALIZAÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL

4.7.1 Descrição

Nas áreas escolares, as sinalizações verticais mais utilizadas são: placas de escola, travessia de escolares, limite de velocidade de 30km/h e quando for o caso, lombada e estreitamento de pista. Quanto às sinalizações horizontais seriam as faixas de pedestres; o balizamento longitudinal; tachões refletivos; legendas de

ESCOLA, 30km/h, ATENÇÃO e DEVAGAR; faixa amarela de proibição de estacionamento e de embarque e desembarque de escolares e transporte escolar.

Devido o tema estar focado na velocidade desenvolvida pelos veículos nas áreas escolares, foi analisado o comportamento dos motoristas na presença de placas indicando o limite de velocidade de 30km/h e legendas de 30km/h e DEVAGAR.



FIGURA 4.7 - Sinalização Vertical e Horizontal

4.7.2 Levantamento de Dados

Apresenta-se no Anexo 8 o levantamento da velocidade pontual dos veículos, com o respectivo cálculo da velocidade média e da velocidade 85 percentil, bem como o levantamento dos dados gerais do entorno da escola, através do preenchimento da planilha correspondente e respectivo croqui para a Escola Municipal Augusta K. Ribas e Escola Municipal Paranaíba.

Salienta-se que as escolas municipais Augusta K. Ribas e Escola Municipal Paranaíba já foram citadas no item 4.1 como escolas sem a presença do piscante de alerta.

4.7.3 Avaliações técnicas em relação à pesquisa de velocidade e as características físicas do entorno

Nas duas escolas analisadas, E.M. Augusta Klug Ribas e E. M. Paranaíba, a sinalização vertical indicando o limite de velocidade de 30km/h estava implantada a aproximadamente 60 m da travessia dos escolares, assim como as legenda de 30km/h.

4.7.3.1 Escola Municipal Augusta K. Ribas

A velocidade média relativa foi de 45,40 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 57,50 km/h. As características do entorno desta escola já foram citadas no item 4.1.1.2.

4.7.3.2 Escola Municipal Paranaíba

A velocidade média relativa foi de 38,26 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 53 km/h. As características do entorno desta escola já foram citadas no item 4.1.1.3.

TABELA XII Velocidades médias e 85 percentil – sinalização vertical e horizontal

Escola	Sinalização vert. e horizontal	Vmédia (km/h)	V85 (km/h)
Escola Municipal Augusta K. Ribas	sim	45,40	57,50
Escola Municipal Paranaíba	sim	38,26	53,00

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS QUANTO A REDUÇÃO DE VELOCIDADE E AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO ENTORNO

5.1 PISCANTE DE ALERTA

Conforme os resultados apresentados nas pesquisas, nas vias em que o piscante de alerta está presente a velocidade média relativa oscilou entre 39 km/h e 50km/h e a velocidade 85 percentil ficou entre 49 km/h e 65 km/h.

Resultado semelhante foi constatado nas vias que não possuíam este dispositivo, onde a velocidade média relativa oscilou entre 38 km/h e 50km/h e a velocidade 85 percentil ficou entre 53km/h e 87,50 km/h.

Com estes resultados, verificou-se que a presença do piscante de alerta não provocou efeito expressivo na redução da velocidade, nas áreas escolares analisadas.

Entretanto nas vistorias realizadas *in loco*, verificou-se que ele tem uma função importante no trânsito como dispositivo de alerta, com a finalidade de informar aos motoristas da presença de áreas escolares em locais em que a visibilidade está comprometida, isto é, a presença de obstáculos na via e nas calçadas, como por exemplo, geometrias sinuosas, árvores e intensas áreas comerciais. Para a implantação de piscantes de alerta em vias próximas a áreas escolares é importante avaliar algumas condições da via e do entorno que foram identificadas nos levantamentos de dados realizados *in loco*:

- Implantar este dispositivo em vias planas, sem sinuosidade, pois os motoristas têm que visualizar esta sinalização no mínimo a 100 m da travessia dos escolares;

- Evitar locais que possuem árvores altas nas proximidades, pois elas anulam o efeito do dispositivo;
- Utilizá-lo em vias com obstáculos visuais como comércio intenso, estacionamentos laterais, e outras situações que dificultam a visibilidade dos motoristas quanto a presença de escolares;
- Quando implantado, procurar sinalizar adequadamente a via com placas indicando limite de velocidade e travessia de escolares, assim como pintura de legendas na pista.
- Recomenda-se que este dispositivo seja implantado em vias coletoras com largura mínima de 9,00 m e com fluxo considerável de veículos e pedestres.

5.2 CONES E MONITOR

Constatou-se redução de velocidade nas duas áreas escolares analisadas, entretanto na primeira escola esta redução não foi tão expressiva quanto na segunda, e isto ocorreu devido a algumas diferenças do sistema viário em que elas estão inseridas. Isto é, a Escola Municipal Francisco Frischmann, que teve uma redução de velocidade menos expressiva, a operação cones e monitor é realizada em uma via com intenso comércio e estacionamento dos dois lados, que prejudicam a visibilidade do motorista.

A operação cones e monitor nas vias próximas das escolas teve grande eficiência na redução de velocidade e isto pode acarretar também diminuição da ocorrência de atropelamentos envolvendo crianças. Entretanto, é de grande

importância a observação de algumas características técnicas, elaboradas através dos levantamentos de dados, para que esta operação se torne eficiente:

- Greide da via: os cones não podem estar posicionados entre duas curvas ou após aclive/declive, pois estas condições prejudicariam a visibilidade dos motoristas, não o incentivando a reduzir a velocidade antecipadamente;
- Características da via: mesmo ocupando pequeno espaço de aproximadamente 0,50 m na implantação dos cones, é necessária a verificação da largura da via para não prejudicar a circulação dos veículos, tendo desagradáveis surpresas, como arrastamento de cones e interrupção da circulação por veículos maiores como caminhões e ônibus;
- A via deve ter no mínimo 7,50 m de largura, sem estacionamentos laterais e sem circulação de veículos de grande porte. Quando estes estiverem presentes, a via deve ter largura mínima de 8,50m;
- Em vias muito largas, com mais de uma pista em cada sentido, a partir de 10 m e sem estacionamento lateral, esta operação torna-se ineficiente na redução de velocidade, pois diminui a sensação de estreitamento por parte dos motoristas, além de prejudicar o trabalho do monitor, que perde o controle do trânsito;
- Posicionamento e quantitativo dos cones: um padrão utilizado na Cidade de Curitiba é de 10 cones posicionados ao longo do balizamento da via e divididos em cinco de cada lado da faixa de pedestres, com espaçamento entre eles de 3 a 5 metros;

- Se a faixa de pedestres estiver localizada muito próxima a um cruzamento, ou no cruzamento, deve-se evitar os cones, devido aos movimentos de conversão de veículos. Neste caso, eles podem ser posicionados ao longo da via após o cruzamento;
- Monitor: o monitor que vai manusear os cones e orientar a travessia dos escolares deve receber treinamento muito cuidadoso sobre a postura que se deve ter no trânsito nos horários de operação. É importante também a utilização de equipamentos de proteção individual como colete, jaqueta e boné com cores refletivas, que facilitem a identificação pelos motoristas.

Nas escolas avaliadas verificamos que estes critérios foram atendidos, resultando no sucesso da operação e conseqüente redução da velocidade.

5.3 ESTRANGULAMENTO DA VIA

Nas duas escolas avaliadas verificou-se que a velocidade média relativa ficou entre 48 e 50km/h, e a velocidade 85 percentil ficou entre 58 km/h e 62km/h.

Com estes resultados constatou-se que os motoristas não se sentiram coagidos na presença de estrangulamento da via, nas áreas escolares analisadas, por isso não houve redução de velocidade significativa.

Entretanto, observou-se que em função da segurança da travessia dos escolares, ele pode ser eficiente por dois motivos. O primeiro está relacionado a largura da pista, pois diminuindo a extensão da travessia dos escolares, reduz-se o tempo de exposição destes na via. E o segundo motivo está ligado com a melhoria da visibilidade da criança em relação aos veículos, e vice-versa, isto é, com o

prolongamento da calçada os motoristas visualizam antecipadamente se existem pedestres aguardando para fazer a travessia, sem a necessidade de proibição de estacionamento nas proximidades da faixa de pedestres.

Com os levantamentos de dados realizados foi possível a elaboração de alguns critérios técnicos a serem adotados em sua implantação:

- Greide da via: evitar a implantação do estreitamento em locais após curvas e aclive/declive. E quando executado, implantar uma sinalização adequada e antecipada no mínimo a 100m do local, pois o estreitamento não deixa de ser um obstáculo na via que pode trazer conseqüências graves;
- Características da via: a via deve ter no mínimo 11,0 m de largura, para possibilitar uma pista para cada sentido e estacionamento bilateral de 2,0m de largura. Em vias com sentido único, a largura mínima é de 8,0 m;
- Quando o estreitamento for executado em cruzamentos deve ser projetado com um raio adequado para não prejudicar os movimentos de conversão dos veículos.

5.4 ILHA DE SEGURANÇA

Nas duas escolas analisadas, verificou-se velocidades médias relativas de 44km/h e 45km/h e a velocidade 85 percentil foi igual a 55km/h em ambas.

Resultados que mesmo não se aproximando da velocidade ideal de 30km/h, são considerados expressivos, já que se tratam de vias em que a velocidade média em sua extensão é de 60km/h.

Quanto à segurança dos escolares, a ilha de segurança tem uma grande vantagem em comparação com os outros dispositivos analisados, pois ela vem a favor de uma característica física comentada por VINJÉ (1981), que descreve a dificuldade que a criança tem em olhar para os dois lados da via ao mesmo tempo, antes de atravessar. Neste caso a ilha de segurança torna-se uma aliada da criança, pois ela permite a travessia em duas etapas, onde a criança com segurança pode olhar para um lado de cada vez.

Outras vantagens estão relacionadas com a diminuição de sua exposição na pista, pois há um estreitamento da via e a melhoria da visibilidade do motorista quanto à travessia dos pedestres.

Com os levantamentos de dados realizados foi possível a elaboração de alguns critérios técnicos a serem adotados em sua implantação:

- Greide da via: evitar a implantação da ilha de pedestres em locais próximos a curvas e aclives/declives;
- Características da Via: a via deve ter no mínimo 9,0 m de largura, onde a dimensões mínimas da ilha deverão ser de 2,00 m de largura por 10,0 m de comprimento;
- É necessário também a proibição de estacionamento lateral em toda a extensão da ilha de pedestres e da sinalização horizontal (zebrado) que antecede a ilha de segurança;
- Evitar sua implantação próxima a cruzamentos devido aos movimentos de conversão dos veículos. Entretanto, quando for necessário, utilizar raios adequados ou recuá-la a pelo menos 5,0 m do alinhamento da via transversal;

- É importante que ao projetar a ilha de segurança inclua-se a construção de rampas para atender deficientes físicos e evitar que as crianças tropecem.

5.5 ONDULAÇÃO TRANSVERSAL(LOMBADA FÍSICA)

Na Escola Estadual Izabel Lopes de Souza a velocidade média relativa foi de 30km/h e a velocidade 85 percentil foi de 37,50 km/h. Já na Escola Estadual Guido Straube a velocidade média relativa aproximou-se de 27km/h e a velocidade 85 percentil igual a 35km/h.

Os resultados atingiram valores iguais e até menores ao da sinalização implantada neste trecho, 30km/h, entretanto a velocidade média relativa na Escola Estadual Guido Straube foi menor em comparação com a Escola Estadual Izabel Lopes de Souza, devido ao distanciamento das ondulações até a faixa de pedestre ser menor.

Nesta avaliação concluiu-se que a presença de ondulações reduz consideravelmente a velocidade, igualando-se à velocidade regulamentada para áreas escolares, que é de 30km/h. Entretanto, existem alguns critérios citados pelo Código de Trânsito Brasileiro, conforme descritos abaixo, que restringem muito a possibilidade de sua implantação.

Segundo a Resolução 39 do Código de Trânsito Brasileiro-CTB (1998), as ondulações somente podem ser implantadas se seguirem algumas características relativas à via e ao tráfego, simultaneamente:

- Índice de acidentes significativo ou risco potencial de acidentes.

- Ausência de rampas em rodovias com declividade superior a 4% ao longo do trecho.
- Ausência de rampas em vias urbanas com declividade superior a 6% ao longo do trecho.
- Ausência de curvas ou interferências visuais que impossibilitem a boa visibilidade do dispositivo.
- Volume de tráfego inferior a 600 veículos/hora durante períodos de pico, podendo a autoridade de trânsito, com circunscrição sobre a via, admitir volumes mais elevados em locais com grande movimentação de pedestres, devendo ser justificados por estudos de engenharia de tráfego no local de implantação do dispositivo.
- Existência de pavimento rígido, semi-rígido ou flexíveis em bom estado de conservação.
- Na implantação, a distância mínima entre duas ondulações sucessivas, em vias urbanas, deve ser de 50 metros. Quando for próxima a cruzamentos, em vias urbanas, deve se respeitar um distanciamento mínimo de 15 metros do alinhamento do meio fio da via transversal.

No caso das escolas estudadas, as ondulações já existiam antes da exigência da aplicação da Resolução 39, e que se fossem analisadas atualmente, na Escola Izabel Lopes de Souza não seriam aprovadas pelo fato de uma das ondulações estar posicionada em um aclive maior de 6%, e na Escola Estadual Guido Straube, pelo fluxo de veículos ultrapassar os 600 veículos/hora, diminuindo portanto as brechas que possibilitam a travessia dos escolares.

5.6 LOMBADA ELETRÔNICA

Conforme avaliado *in loco*, verificamos que para a implantação da lombada eletrônica em áreas escolares, é importante analisar algumas situações descritas abaixo:

- Fluxo considerável de escolares fazendo a travessia, mínimo de 200 escolares na saída;
- Fluxo máximo de veículos, aproximadamente 600 veículos/hora;
- Largura máxima da via de 9,00m quando a implantação da lombada eletrônica em ilha de segurança, e 8,00m quando a implantação da lombada eletrônica for na calçada. Nas áreas escolares onde a via tem mais de duas faixas de circulação, não é aconselhável a adoção deste dispositivo, pois mesmo havendo a redução de velocidade, acima de 10m, a criança fica exposta na via por um período muito grande.

5.7 SINALIZAÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL

Através dos resultados das pesquisas verificou-se que na Escola Municipal Augusta K. Ribas a velocidade média relativa foi de 45,40 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 57,50 km/h. Na Escola Municipal Paranavaí a velocidade média relativa foi de 38,26 km/h e a velocidade 85 percentil igual a 53 km/h.

Através destes valores constatou-se que somente a presença de sinalizações horizontal e vertical indicando o limite de velocidade não foram suficientes para reduzir a velocidade dos motoristas a 30km/h, nas áreas escolares analisadas. Entretanto, sabe-se que a existência destas em áreas escolares é prioritária, isto é,

independente do dispositivo redutor de velocidade implantado nas vias próximas a áreas escolares, as sinalizações vertical e horizontal devem estar presentes, pois elas regulamentam a velocidade em determinado trecho da via.

Para implantação destas sinalizações se deve levar em conta fatores importantes, como: distância de legibilidade da placa, tempo de percepção/reação do condutor e a distância de frenagem em função da redução de velocidade, de forma a garantir a segurança.

Segundo proposta da ANTP(2002), para o cálculo da distância mais adequada a ser implantada uma placa de limite de velocidade, é necessário levar em conta algumas considerações:

- Adotar uma Distância de Reserva (D_r) entre o local onde se faz necessária a redução de velocidade e a última placa que efetivamente regulamenta a velocidade a ser reduzida Velocidade Final (V_f). A distância de reserva é uma distância de segurança a ser adotada pelo técnico, com objetivo de garantir que o motorista efetivamente transite na nova velocidade regulamentada.
- A distância (D) entre uma placa que regulamenta a V_f e a Velocidade Inicial (V_o) deve ser tal que permita um tempo de percepção e reação ao motorista e um tempo de frenagem suficiente para garantir a velocidade desejada no local.
- A distância D deve garantir a Distância de Legibilidade (D_l) da sinalização. Quando isso não ocorrer, deve-se utilizar placas intermediárias de regulamentação de velocidade, de forma a assegurar tanto que a placa seja legível, como garantir a distância adequada de

percepção e reação e de frenagem (D). Entende-se por distância de legibilidade (DI) a distância a partir do ponto em que a placa passa a ser legível para o motorista.

- A DI (Distância de Legibilidade) é função da altura do número ou letra utilizado no sinal diretamente relacionado com o diâmetro da placa.

Através de algumas fórmulas descritas na referência ANTP (2002) chegou-se a resultados que foram tabelados para melhor praticidade na obtenção destas distâncias.

TABELA XIII Distância de Reserva (Dr)

Velocidade Regulamentada Final -Vf (km/h)	Dr(m)
110	120 a 80
100	110 a 80
90	100 a 70
80	90 a 70
70	80 a 60
60	70 a 50
50	60 a 45
40	50 a 35
30	40 a 25
20	30 a 20
10	20 a 10
0 (PARE)	10 a 5

Fonte: Resolução 676 CTB

TABELA XIV Distância de Legibilidade (DI)

Diâmetro da Placa (m)	DI (m)
1,00	160
0,75	120
0,50	80

Fonte: Resolução 676 CTB

TABELA XV Distância de Percepção/reação e de frenagem (D)

Vo\Vf	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
120	115	144	170	194	215	233	248	260	270	277	281	283
110		105	132	155	176	194	209	222	231	238	242	244
100			96	119	140	158	173	186	195	202	206	208
90				86	107	125	140	152	162	169	173	175
80					76	94	109	122	132	139	143	144
70						67	82	94	104	111	115	116
60							57	69	79	86	90	91
50								47	57	64	68	69
40									37	44	49	50
30										28	32	33
20											18	19
10												8

Fonte: Resolução 676 CTB

Aplicando estes valores em uma via coletora com V_o igual a 60km/h e V_f igual a 30km/h, que é o caso de áreas escolares, teremos $D_r = 50$ m, $D_I = 120$ m (para a Cidade de Curitiba) e $D = 79$ m.

Portanto a D_{min} a ser implantada é 79 m e a D_{max} é 120m.

Nas escolas analisadas, as placas de limite de velocidade de 30km/h estão posicionadas entre 60 a 70 m da faixa de pedestre, portanto estão próximas ao valor encontrado para distância mínima, que é 79 m.

5.8 QUADRO RESUMO DA ANÁLISE DOS DISPOSITIVOS NA REDUÇÃO DA VELOCIDADE E NA SEGURANÇA DA TRAVESSIA DOS ESCOLARES

Na análise dos resultados obtidos em cada dispositivo considerado um redutor de velocidade, definiu-se através de um índice, o efeito destes dispositivos na redução de velocidade e na segurança da travessia dos escolares, conforme ilustra o quadro abaixo:

TABELA XVI Efeito dos Dispositivos na redução de velocidade e na segurança da travessia dos escolares.

Tipo dispositivo	Faixa redução velocidade	Melhoria na segurança da travessia dos escolares
piscante de alerta	C	Re
cones e monitor	B	MB
ilha de segurança	B	Bo
estrangulamento da pista	C	Re
ondulação (lombada física)	A	Bo
lombada eletrônica	A	Re
sinalização vertical e horizontal	C	Re

LEGENDA: A - garante velocidade média relativa de 30km/h; B - reduz a velocidade mas não garante velocidade média de 30km/h; C - serve como lembrete ou incentivo para dirigir devagar e moderadamente; MB – muito bom; Bo – bom; Re – regular; R – ruim.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta um estudo de tráfego realizado na cidade de Curitiba para analisar os efeitos do piscante de alerta e de outros dispositivos de tráfego implantados na via, na redução de velocidade e melhoria da segurança de trânsito de áreas escolares. Para isso foram realizados levantamentos de dados do sistema viário e pesquisas de velocidade em 20 escolas públicas de Curitiba, das quais 10 escolas foram selecionadas para o estudo do piscante de alerta e as outras 10 para o estudo de outros dispositivos de tráfego, isto é, ilha de pedestres, estrangulamento

da via, cones e monitor, sinalização vertical e horizontal, ondulação transversal e lombada eletrônica.

Com os resultados obtidos através dos levantamentos de dados, das pesquisas de velocidade e da verificação do comportamento dos motoristas e pedestres-crianças, foram definidos alguns critérios técnicos e tabulado o nível de eficiência de cada dispositivo analisado, para auxiliar na escolha do melhor dispositivo a ser implantado.

Salienta-se que na fase de levantamento de dados, uma das dificuldades encontradas foi no momento de tabular o índice de atropelamentos que ocorreram com crianças no trajeto casa – escola, pois não foi constatado nos boletins de ocorrência de acidentes detalhes de modo a se identificar acidentes com escolares, que são de grande importância no momento de rastrear os pontos críticos na via. Acredita-se que esta dificuldade também ocorre em outras cidades brasileiras

Diante dos resultados, constatou-se que o piscante de alerta não obteve resultados consideráveis como redutor de velocidade nas áreas escolares analisadas, e que outros dispositivos de tráfego dentre os estudados, trouxeram resultados mais eficientes. Entretanto, constatou-se que o piscante de alerta têm um papel importante no momento de alertar os motoristas quanto a presença de uma área escolar . Verificou-se também que a segurança dos escolares no trânsito não pode estar somente relacionada com a velocidade desenvolvida pelos veículos, mas também com o tempo de exposição da criança na via, a existência de “brechas” entre os veículos e a visibilidade dos motoristas e pedestres-crianças.

Dos dispositivos analisados, a operação cones e monitor , obteve os menores valores na velocidade média e na velocidade de 85 percentil, seguidos da lombada

física e da lombada eletrônica. Quanto a melhoria na segurança, observou-se que os dispositivos que podem trazer melhores resultados são os cones e monitor, seguidos da ilha de segurança e da lombada física. Verificou-se também que a presença de um monitor e cones na via, além de se tornar uma medida mais educativa., pode ser mais eficiente e seguro do que a implantação de lombada eletrônica.

Uma das questões não analisadas neste trabalho, mas que pode ser objeto de estudo em futuras dissertações de mestrado, é uma análise mais precisa do comportamento dos pedestres-crianças no trânsito através de pesquisas individuais procurando diagnosticar as dificuldades e as necessidades que estas possuem quando estão inseridas no sistema viário.

Finalmente, considera-se que este estudo representa uma contribuição aos técnicos que trabalham com áreas escolares no sentido de escolher adequadamente os dispositivos de tráfego de modo a aumentar a segurança das crianças na circulação e travessia das vias, e conseqüentemente reduzindo o número de acidentes.

ANEXOS

ANEXO 1: PLANILHAS PADRÃO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS

ANEXO 1: PLANILHAS PADRÃO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS

ANEXO 2: LEVANTAMENTO DE DADOS – PISCANTE DE ALERTA

(50 folhas)

ANEXO 3: LEVANTAMENTO DE DADOS – Cones e Monitor

(10 folhas)

ANEXO 4: LEVANTAMENTO DE DADOS – Estrangulamento da via

(10 folhas)

ANEXO 5: LEVANTAMENTO DE DADOS – Ilha de Segurança

(10 folhas)

ANEXO 6: LEVANTAMENTO DE DADOS – Ondulação transversal (lombada física)

(10 folhas)

ANEXO 7: LEVANTAMENTO DE DADOS – Lombada Eletrônica

(6 folhas)

ANEXO 8: LEVANTAMENTO DE DADOS – Sinalização Vertical e Horizontal

(10 folhas)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, Marcelo R. **Características Epidemiológicas das Vítimas Fatais de Acidentes de Trânsito, Menores de 14 anos de idade, no período de Janeiro de 1995 a Dezembro de 2000, no Município de Curitiba**. Curitiba, 2001. Dissertação – Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná.
2. BHTRANS. **Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego**. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A. Belo Horizonte.
3. BRASIL. Resolução 39, 21 de maio de 1998. Estabelece os padrões e critérios para a instalação de ondulações transversais e sonorizadores nas vias públicas disciplinados pelo Parágrafo único do art. 94 do Código de Trânsito Brasileiro. **Código de Trânsito Brasileiro (CTB)**, Brasília, 1998.
4. BRASIL. Resolução 676. Proposta de norma–padrão para o estabelecimento de velocidade máxima permitida para veículos automotores, nas vias públicas. **Associação Nacional do Transporte Público (ANTP)**, São Paulo, 2002.
5. BURRIT, B.E; BUCHAMAN, R.C.; KALIVODA, E.T. School Zone Flashers – Do they really slow traffic? **ITE Journal**, n. 60, p. 29-31, 1990.
6. CHRISTOFFEL, K.K.; SCHOFER, J.L.; JOVANIS, P. P. et al. Childhood Pedestrian Injury: A Pilot Study Concerning Etiology. **Accident Analysis & Prevention**, n.18, p. 25-35, 1986.
7. DENATRAN. **Manual Brasileiro de sinalização de trânsito - sinalização de áreas escolares**. Brasília: 2000. p.96.
8. DENATRAN. **Manual de Segurança de Pedestres**. Brasília: 1987. p.85.
9. HAWKINS, Neal R. Modified Signs, flashing beacons and school speed zone. **ITE Journal**. n.63, p.41-44., 1993.
10. ITE TECHNICAL COUNCIL COMMITTEE. Driver and Pedestrian Characteristics. **Traffic Engineering**, p. 24, 1976.
11. **Jornal do Brasil**. Áreas de Riscos estão sendo mapeadas. Rio de Janeiro, 2001.

12. McCOY, P.T.; MOHADDES, A K.; HADEN, R.J. Effectiveness of school speed zones and their enforcement. **Transportation Research Record**. n. 811, p. 1-7, 1977.
13. PORTO, M. Nova sinalização para proteger estudantes. Galiza, 2002. Disponível em: <http://www.cm-porto.pt/noticias>. Acesso em jan.2003.
14. REISS, M.L.; ROBERTSON, H.D. Driver perception of school traffic control devices. **Transportation Research Record**. n.600, p.36-38, 1987.
15. SOUZA, Sandra S. Pedestres: situações de conflito, diagnósticos e propostas de ação. **Instituto Nacional de Segurança de Trânsito**. São Paulo: 1997.
16. TRÂNSITO BRASIL. Sinalização de Trânsito nas escolas. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <http://www.transitobrasil.com/noticia>. Acesso em fev. 2003.
17. VASCONCELOS, Eduardo Alcântara. **Pesquisas e levantamentos de tráfego**. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego, 1982. p.184.
18. VINJÉ, Marja P. Children as pedestrians: abilities and limitations. **Accident Analysis & Prevention**, n.13, p.225-240, 1981.
19. ZEEGER, C.V.; HAVENS, J.H.; DEEN, R.C. Speed reduction in school zones. **Journal Transportation Research Record**, n. 597, p.39-40, 1975.

