

ANÁLISE DO TRECHO DE INFLUÊNCIA DE PLATAFORMAS CONSIDERANDO LIMITES DE VELOCIDADES DE 30km/h

Mariana Verônica de Moura

Heloisa Maria Barbosa

Núcleo de Transportes – NUCLETRANS

Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

RESUMO

Este artigo tem como objetivo avaliar a área de influência de plataformas em vias urbanas com limite de velocidade igual a 30km/h. O estudo de caso compreendeu cinco plataformas situadas nas vias internas do Campus Pampulha da UFMG. Foram realizadas coletas de velocidade pontual em vários pontos ao longo do trecho sob a influência da plataforma, para obter os perfis de velocidade. Através de regressão linear simples foram encontradas as distâncias antes e depois da plataforma em que cada veículo trafegava com velocidade igual ou inferior a 30km/h. O software estatístico *Minitab for Windows* foi utilizado na análise dos dados coletados. Por meio de análise de regressão foi estabelecida uma relação para as distâncias antes e depois em função das variáveis representativas das características geométricas da via e da plataforma e as velocidades coletadas em campo.

ABSTRACT

This paper aims at evaluating the area of influence of speed tables in urban roads which the speed limit is 30km/h. The case study comprised five speed tables located on roads within Pampulha Campus – UFMG. Spot speed surveys were conducted in various points along the stretch of road under the speed table influence in order to obtain speed profiles. Distance to and distance from the speed table, at which each vehicle was traveling at or under 30km/h, were determined by means of regression analysis. *Minitab for Windows* was used for data analysis. A relationship for distance to and from as a function of variables representing road geometry and speed table parameters and spot speeds have been established by means of regression analysis.

1. INTRODUÇÃO

Todos os anos milhares de pessoas se tornam vítimas fatais de acidentes de trânsito no Brasil e outras milhares ficam gravemente feridas. Isso faz com que o Brasil se encontre entre os países que lideram o ranking de acidentes e mortes no trânsito. O excesso de velocidade praticado pelos motoristas, nos grandes e médios centros urbanos, é um dos principais responsáveis pelo alto índice de acidentes. A falta de planejamento e o uso inadequado do solo contribuem para que esse problema se agrave, resultando no aumento de pedestres e veículos trafegando nas vias.

De todos os usuários da via, os pedestres e os ciclistas são os mais frágeis e vulneráveis a fatalidades. Deve-se considerar que durante uma ou mais etapas de cada viagem todos os usuários são pedestres, pois as pontas dessas viagens incluem caminhadas, seja de pequena ou longa duração.

As vias locais, por darem acesso às residências, são as que possuem menor fluxo de veículos. Porém, quando as vias são muito largas, as velocidades tendem a crescer gerando acidentes. Agravando ainda mais a situação, o tráfego de passagem tem utilizado essas vias como alternativa, evitando congestionamentos nas vias coletoras e/ou arteriais e aumentando a insegurança dos moradores e usuários de vias locais. Usualmente, nessas vias, o fluxo de pedestres é grande e a velocidade máxima é limitada a 30km/h, exceto onde existir sinalização de regulamentação permitindo velocidades superiores.

Medidas de Moderação de Tráfego (*Traffic Calming*) podem ser utilizadas para reduzir a velocidade dos veículos e tornar a via mais segura para pedestres e ciclistas, de forma a propiciar maior harmonia entre todos os usuários, motorizados ou não. Contribuem para a redução do número de acidentes e sua severidade, pois são desenhadas para reduzir a velocidade excessiva e o volume de veículos. Alguns exemplos de medidas moderadoras de tráfego, amplamente utilizadas em países da Europa, no Canadá, na Austrália e nos Estados Unidos, são as ondulações transversais, plataformas, platôs, chicanas e almofadas.

O objetivo do presente estudo é analisar os trechos de vias urbanas, nas imediações de plataformas, onde os veículos trafegam na velocidade limite de 30km/h. Esse limite foi definido por ser a velocidade regulamentada para vias locais, conforme citado anteriormente. O estudo de caso, ora apresentado, abrange cinco plataformas, objeto de análise da pesquisa sobre o *Impacto de Plataformas em Vias Urbanas*, realizada por Barbosa e Moura (2006), e trata-se de um aprofundamento do estudo da velocidade nas vias internas do Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais em Belo Horizonte.

2. PLATAFORMAS E MODERAÇÃO DE TRÁFEGO

Moderação de Tráfego (*traffic calming*) inclui ações de planejamento e medidas físicas para proporcionar maior segurança aos usuários da via, dando prioridade aos pedestres e ciclistas. Várias são as definições dadas à Moderação de Tráfego, mas todas se baseiam no princípio fundamental de adequar o tráfego de maneira aceitável ao meio ambiente. Existe uma grande variedade de dispositivos moderadores de tráfego que podem ser utilizados em conjunto ou individualmente, sendo projetados, tanto para reduzir a velocidade dos veículos, como para criar um ambiente que induza os motoristas a dirigir de forma adequada, reduzindo os efeitos negativos dos veículos automotores.

Um dos dispositivos de moderação de tráfego é a plataforma (*speed table*), um tipo de ondulação transversal construída com perfil trapezoidal, tendo a parte plana, plataforma propriamente dita, e as rampas. São construídas de meio-fio a meio-fio, proporcionando redução da velocidade dos veículos. Sua maior vantagem é permitir que pedestres e usuários de cadeiras de rodas a utilizem como travessia, sem qualquer mudança de nível, pois seu perfil plano cria condições mais seguras para os usuários. A implantação de plataformas exige cuidado no projeto para deficientes visuais. Apresenta desvantagens por não discriminar classes de veículos, como as almofadas, e podem tornar-se impopulares junto aos operadores de transporte público, além de dificultar a operação de veículos de emergência.

Webster (1993), no estudo com plataformas de 100 mm de altura, realizado em 24 locais, obteve duas equações que relacionam a velocidade dos veículos entre os dispositivos e o seu espaçamento. Estas equações, transformadas em km/h, são as seguintes:

$$V_{85\%} = 20,720 + 0,171 S \quad r = 0,93 \quad \text{S.E.} = 2,720 \quad (1)$$

$$V_{\text{média}} = 17,696 + 0,144 S \quad r = 0,91 \quad \text{S.E.} = 2,576 \quad (2)$$

Onde:

$V_{85\%}$ = velocidade do percentil 85 no ponto médio entre os dispositivos.

$V_{\text{média}}$ = Velocidade média no ponto médio entre os dispositivos.

S = Espaçamento entre os dispositivos.

r = Coeficiente de correlação.

S.E. = Erro padrão em km/h.

Segundo Hass-Klau *et al.* (1992), a separação ideal entre plataformas para desestimular o aumento da velocidade entre dispositivos é de 50 metros, sendo aceitável 60 metros em algumas circunstâncias. Distâncias maiores que 70 metros proporcionam aumento da velocidade entre plataformas. Na Alemanha, distâncias de até 80 metros são toleráveis. Alduán (1998), cita que a área de influência de deflexões verticais, como plataformas e ondulações transversais, varia entre 40 e 60 metros, sendo recomendado instalar um dispositivo a cada 50 metros nas vias onde se deseja manter a redução de velocidade por um trecho mais extenso.

O termo moderação de tráfego é recente, data do início dos anos 90, porém os princípios e raízes nos quais está fundamentado foram desenvolvidos na década de 60, inicialmente na Inglaterra, Alemanha e Holanda. De acordo com Medina *apud* Cupolillo (2006) as primeiras medidas do que hoje é considerada moderação de tráfego foram introduzidas pelo arquiteto Jayme Lerner, nos anos 70, na cidade de Curitiba, através do fechamento de ruas e reordenação do sistema de transportes públicos da cidade.

Em Belo Horizonte, foram elaborados, pela extinta PLAMBEL – Superintendência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, entre 1976 e 1978, projetos integrados ao PACE – Projeto da Área Central baseados em dois princípios: (i) melhoria das condições de fluxo, através do aumento da capacidade do sistema arterial e minimização das influências laterais de veículos e pedestres; e (ii) restrição ao máximo do uso das vias internas das áreas ambientais pelo tráfego de atravessamento, inibindo o ingresso e circulação de veículos que não se destinassem às respectivas áreas, denominadas bolsões ambientais. A partir de 1995 pesquisadores brasileiros iniciaram a disseminação das técnicas de moderação de tráfego no Brasil. A adoção de plataformas no Brasil tem sido norteadas pelos resultados das experiências estrangeiras. Portanto, é muito oportuno o estudo dos efeitos de plataformas sob a ótica da realidade brasileira, capturando o comportamento dos nossos motoristas.

3. IMPACTO DE PLATAFORMAS NA REDUÇÃO DE VELOCIDADE

Quanto maior a velocidade praticada por um veículo na via, mais tempo e distância serão necessários para que o mesmo pare ou reduza a velocidade significativamente. Quando são surpreendidos por algum obstáculo, nem sempre os motoristas possuem o tempo e a distância necessários para parar o veículo, o que pode gerar acidentes graves ou fatais.

A severidade dos acidentes está relacionada com a velocidade do veículo no momento da colisão. A energia cinética dissipada em uma colisão é determinada pela massa total do veículo, mais a de seus ocupantes, multiplicada pela velocidade ao quadrado, na hora da colisão, sendo que a velocidade excessiva dos veículos na hora da colisão aumenta exponencialmente a gravidade dos ferimentos (Paniat et al., 1995). Assim, o controle efetivo da velocidade e a redução do seu excesso resultam em diminuição de acidentes, e conseqüentemente de vítimas fatais, e da severidade dos ferimentos das vítimas.

O estudo realizado por Barbosa e Moura (2006) nas plataformas das vias internas do campus da Universidade Federal de Minas Gerais, concluiu que a redução relativa nas velocidades dos veículos devido à plataforma foi significativa para o local, apresentando uma redução média de 39% da velocidade em fluxo livre. Esse resultado evidencia a principal função da plataforma, que é o controle da velocidade dos veículos propiciando maior segurança à circulação de pedestres. Nesse estudo foi obtida uma equação para a redução da velocidade através de cinco variáveis preditoras, onde 72,2% da variabilidade da redução na velocidade é explicada pela relação mostrada a seguir:

$$\Delta V = 74,2 + 0,715 V_e - 59,9 h + 152 i - 12,1 L_e - 12,2 C_t \quad (3)$$

Em que:

ΔV = Redução da velocidade

V_e = Velocidade de entrada (km/h);

h = Altura da plataforma (m);

i = Inclinação da rampa de entrada (m/m);

L_e = Largura efetiva = Largura da via menos a faixa de estacionamento (m);

C_t = Comprimento do topo da plataforma (m).

A principal finalidade de construir a equação 3, que relaciona a redução de velocidade com as variáveis geométricas dos dispositivos e das vias, é disponibilizar uma ferramenta de análise para futuras tomadas de decisão e contribuir para a melhoria das condições de circulação de pedestres e de veículos.

4. METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

Para a seleção do local de pesquisa, era essencial que as plataformas estivessem situadas no meio de quarteirões, ou onde não houvesse a interferência de interseções, obrigando a redução da velocidade ou mesmo a parada do veículo. Assim, considerando os requisitos da pesquisa, foram selecionadas as plataformas implantadas no Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais, uma vez que, na cidade de Belo Horizonte, as plataformas têm sido construídas nos cruzamentos de vias locais com coletoras, dando prioridade à circulação do pedestre e implicando em parada obrigatória para o veículo.

A amostra utilizada no estudo para a determinação da área de influência de plataformas foi constituída por cinco plataformas, todas isoladas, situadas nas vias internas ao Campus Pampulha. A unidade amostral foi o veículo leve, automóvel, por ser o mais representativo na composição de tráfego de vias locais. Outro requisito da pesquisa de campo foi que todos os veículos da amostra estivessem isolados, sem sofrer influência do veículo imediatamente à sua frente.

A pesquisa de campo resultou na obtenção da velocidade do veículo ao trafegar pelas imediações da plataforma. As velocidades coletadas em função da distância percorrida, em trechos antes e após a plataforma, determinaram o perfil de velocidade, cuja extensão corresponde ao trecho no qual o veículo trafega em velocidade de fluxo livre antes de iniciar a redução para transpor a plataforma, até atingir novamente a velocidade de fluxo livre após a sua transposição. As etapas de tratamento e análise dos dados coletados estão descritas a seguir.

4.1 Base de Dados

A base de dados utilizada para a análise dos trechos de influência das plataformas foi a mesma do estudo de redução de velocidade em plataformas, já citado. As características geométricas das plataformas estão mostradas na Tabela 1 e as características das vias onde os dispositivos se encontram, na Tabela 2. A Figura 1 ilustra os parâmetros geométricos considerados para as plataformas, onde h corresponde à altura do centro da plataforma, C corresponde ao comprimento do topo da plataforma, i à inclinação da rampa de entrada, L_v à largura da via, L_e à largura efetiva da via – desconsiderando os estacionamentos - e L_p à largura do topo da plataforma.

Tabela 1 – Características geométricas das plataformas

Plataforma	Rampa 1			Rampa 2			Topo da Plataforma			
	i	h_R (m)	C_R (m)	i	h_R (m)	C_R (m)	C_T (m)	h_p (m)	Tipo	Largura (m)
1	6%	0,17	2,83	3%	0,13	4,33	2,32	0,21	elíptica	9,88
2	6%	0,18	3,00	6%	0,20	3,33	3,00	0,22	elíptica	9,00
3	5%	0,13	2,60	7%	0,17	2,43	2,51	0,13	reta	4,33
4	7%	0,17	2,43	5%	0,13	2,60	2,51	0,13	reta	4,68
5	5%	0,13	2,60	6%	0,15	2,50	3,03	0,13	elíptica	9,04

Legenda: i = inclinação da rampa, h_R = a altura da rampa, C_R = comprimento da rampa, h_p = altura no centro da plataforma e C_T = comprimento do topo da plataforma.

Tabela 2 – Características das vias

Plataforma	Largura (m)	Largura efetiva (m)	Greide antes	Greide depois	Pavimento	Velocidade regulamentada
1	9,88	4,88	0,00%	0,00%	poliédrico	30 km/h
2	9,00	4,00	0,00%	0,00%	poliédrico	30 km/h
3	4,33	4,33	1,79%	8,76%	poliédrico	30 km/h
4	4,68	4,68	-1,79%	-6,78%	poliédrico	30 km/h
5	9,04	4,04	0,00%	-10,07%	poliédrico	30 km/h

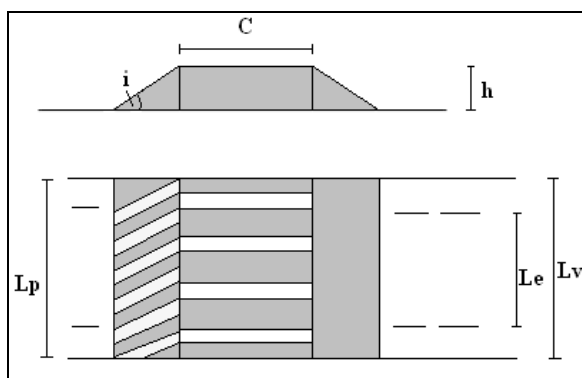


Figura 1 – Parâmetros geométricos das plataformas

A base de dados consiste dos perfis de velocidade obtidos para cada veículo individualmente pelo registro da velocidade em função da distância percorrida antes e após a plataforma. O primeiro e último ponto do perfil determinam o início e o término do trecho onde os veículos apresentam

variações na velocidade, devido à presença da plataforma, e correspondem ao ponto inicial da desaceleração e à retomada da velocidade de fluxo livre respectivamente. A Figura 2 mostra os perfis das velocidades coletadas na plataforma 1.

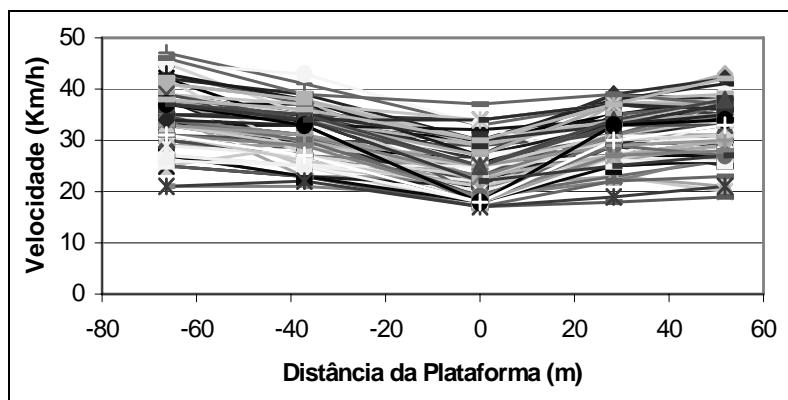


Figura 2: Perfis de velocidades coletadas na plataforma 1

4.2 Análise da Área de Influência

Esta análise foi realizada a partir dos perfis de velocidade e do levantamento das características das vias e dos dispositivos. O objetivo deste estudo é determinar a extensão do trecho de influência das plataformas, isto é, o ponto onde se inicia e termina o tráfego veicular com velocidade limite de 30 km/h. O trecho de influência foi dividido em duas partes: distância antes da plataforma (D.A.) e distância depois da plataforma (D.D.), como mostra a Figura 3. Os softwares *Excel for Windows* e *Minitab for Windows* foram utilizados na análise dos dados.

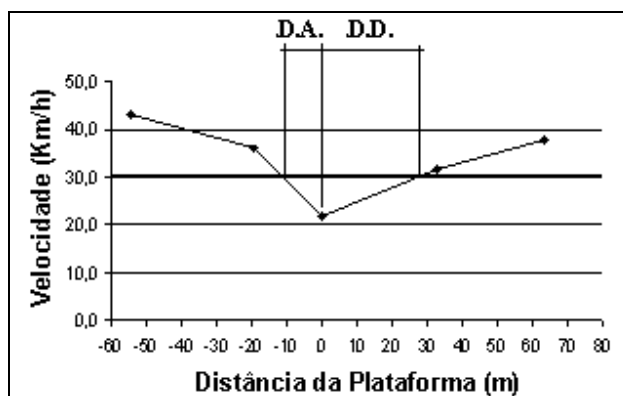


Figura 3: Área de influência da plataforma para o limite de velocidade de 30km/h

A partir do perfil de velocidade de cada veículo, foi determinada a distância em que cada um trafegava na velocidade limite estabelecida nos trechos antes e depois de cada plataforma, utilizando-se, inicialmente, dois métodos: Regressão Linear e Regressão Polinomial. Para os dois casos foram utilizados o *Excel*.

- **Regressão Linear**

No processo de regressão linear, os trechos de influência foram encontrados por interpolação simples. Para tanto, a partir do perfil individual de velocidade, a desaceleração antes da plataforma e a aceleração posterior à transposição do dispositivo foram tratadas como uma relação linear. A Figura 4 mostra os trechos de influência da plataforma 2, para cada veículo da amostra, utilizando regressão linear. As barras claras representam o trecho de influência de cada veículo antes da plataforma e as barras escuras representam o trecho após a plataforma.

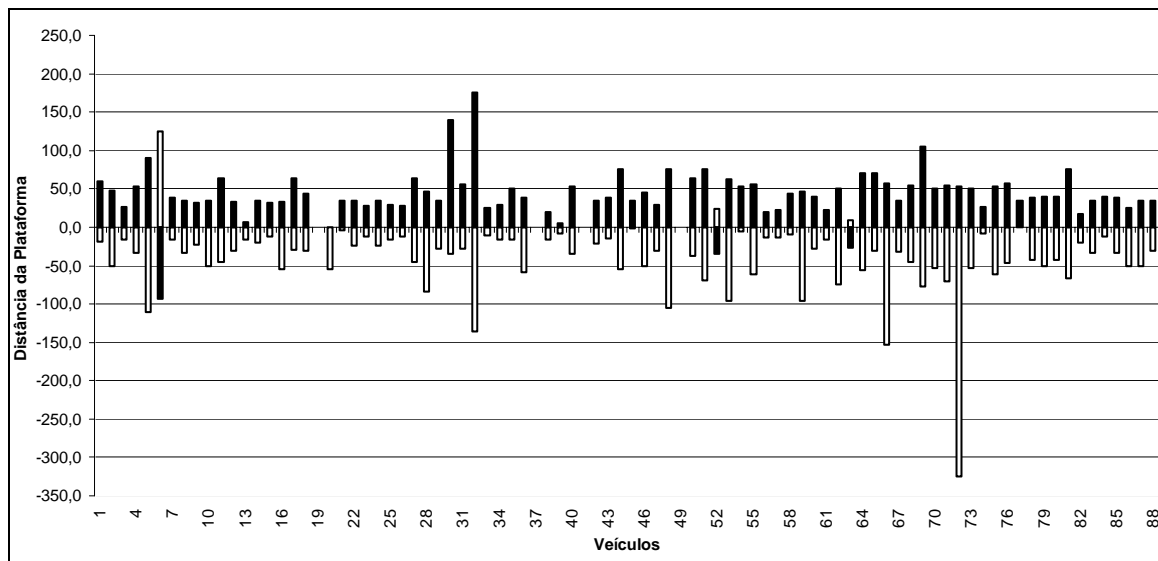


Figura 4: Distâncias antes e depois da Plataforma do ICB por regressão linear

No total foram coletados os perfis de velocidades de 445 veículos. Entretanto foi necessário descartar algumas amostras: 61 amostras do trecho anterior à plataforma e 73 amostras do trecho após a plataforma, o que representa respectivamente 13,71% e 16,40% do total. As amostras descartadas compreenderam veículos em três situações: (i) transpondo a plataforma com velocidades superiores a 30 km/h; (ii) trafegando em fluxo livre com velocidades muito próximas às velocidades de transposição do dispositivo; (iii) trafegando com velocidades constantes ao longo do trecho. Estas situações resultaram, respectivamente, em distâncias negativas, muito grandes ou infinitas durante o processo de interpolação linear.

Parte dos dados descartados no processo de interpolação pode ser observada na Figura 4, representada pelas barras escuras na região negativa do gráfico, pelas barras claras na região positiva, pelas barras inexistentes e também pelas barras que se encontram com distâncias superiores a 95m que, segundo o *Minitab*, foram classificadas como “observações raras”.

Posteriormente foram testados vários modelos de regressão no *Minitab* para explicar as distâncias antes e depois da plataforma em que o veículo trafegava com uma velocidade igual ou inferior a 30km/h, relacionando-a com as variáveis geométricas das plataformas e das vias e com as velocidades de entrada e no dispositivo. Durante o processo, o próprio software eliminou as variáveis que mostraram uma alta correlação com outra variável incorporada ao modelo.

- **Regressão Polinomial**

No processo de regressão polinomial, foram estabelecidas relações não lineares para os pontos do perfil através da função *Linha de Tendência* do *Excel*. Curvas de terceira e quarta ordem foram traçadas seguindo o perfil de velocidade de forma a obter uma equação polinomial para cada veículo. O tipo de regressão utilizado para as plataformas 2 e 5 foi a Polinomial de 3ª ordem, pois essa curva apresentou o melhor ajuste, com um coeficiente de correlação igual a 1. Para as demais plataformas, a regressão utilizada foi a Polinomial de 4ª ordem, sendo também obtido um coeficiente de correlação igual a 1. A Figura 5 mostra as distâncias antes e depois da plataforma 2 para cada veículo da amostra, utilizando regressão polinomial.

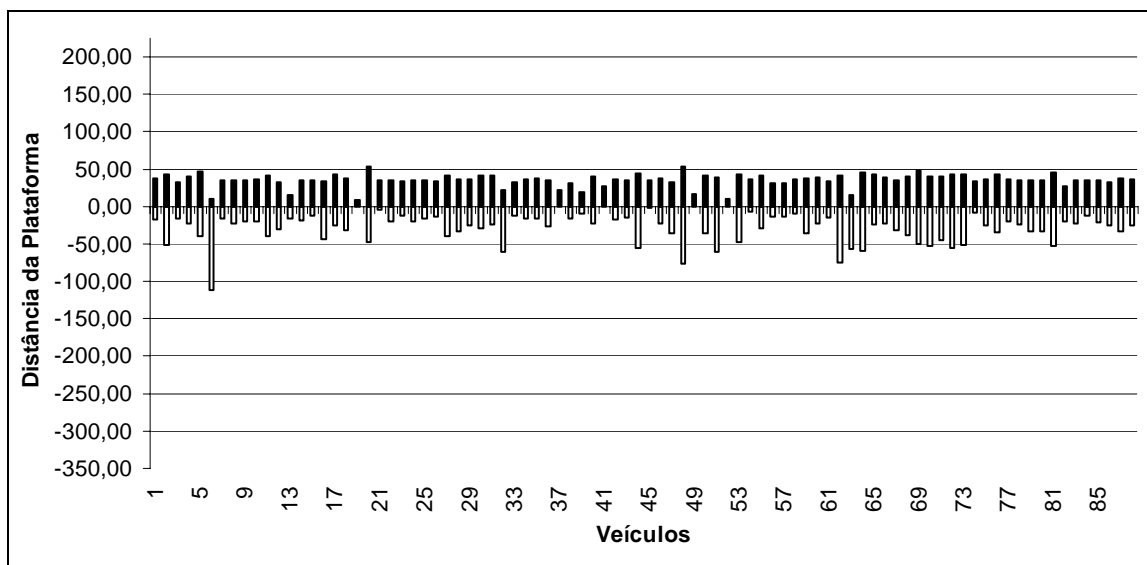


Figura 5: Distâncias antes e depois da Plataforma do ICB por regressão polinomial

Assim como para a regressão linear, as barras claras representam as distâncias antes do dispositivo e as escuras o trecho posterior à plataforma, para o limite de velocidade estabelecido. De maneira análoga, pelos motivos mencionados anteriormente, algumas amostras foram descartadas. De 445 amostras, foram descartados dados de 37 veículos para análise do trecho de influência antes da plataforma e um total de 52 para a análise do trecho depois, o que representa, respectivamente, 8,31% e 11,69% do total da amostra.

Vários modelos de regressão foram testados no *Minitab* para explicar as distâncias encontradas por esse método, nos trechos de influência, relacionando-a com as variáveis geométricas das plataformas e das vias e com as velocidades de entrada e no dispositivo.

- **Escolha do método de interpolação**

Comparando os dois métodos apresentados para estimar os trechos de influência para cada veículo, foi verificado que o método de regressão polinomial apresentou uma homogeneidade de distância entre os veículos, além de um número de descartes inferior ao encontrado pelo método de regressão linear. Porém, o método de regressão polinomial não refletiu de forma satisfatória o comportamento dos veículos observado em campo. Pela Figura 6 é possível comparar o perfil

linear e polinomial para a média das velocidades em cinco pontos no trecho de influência da plataforma 3. O ajuste pelo método de regressão polinomial considera que o veículo ao entrar no trecho de influência da plataforma acelera para então desacelerar, passa pelo dispositivo, torna a acelerar e, ao sair do trecho de influência, torna a desacelerar, o que não corresponde ao observado em campo. Pelo método de regressão linear a desaceleração e a aceleração entre os pontos de coleta são tratadas como constantes, sendo este o método que mais se aproxima da realidade.

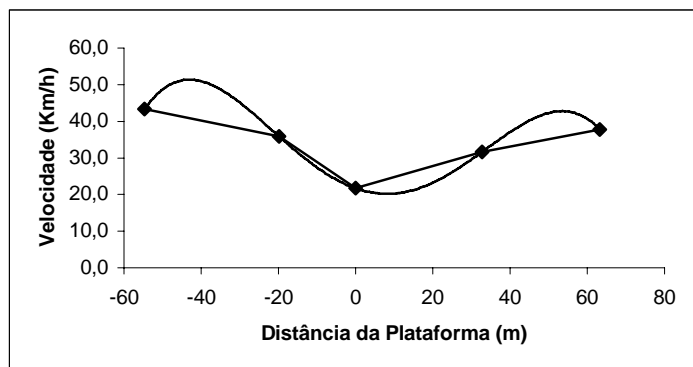


Figura 6: Perfis de velocidades médias para os métodos de regressão Linear e Polinomial

Ademais, os melhores valores de correlação entre as distâncias e as variáveis geométricas, das vias e dos dispositivos, e a velocidade foram obtidas com as distâncias encontradas pelo método de regressão linear. Dessa forma optou-se pelo uso dessas distâncias no processo de modelagem detalhado a seguir.

Modelagem

• Trecho Antes da Plataforma

Depois de encontradas as distâncias no trecho anterior a cada plataforma, para cada veículo, por regressão linear, os dados foram tratados por meio de estatística descritiva utilizando o *Excel*. A Tabela 3 mostra os valores encontrados para a média, a mediana e o desvio padrão da amostra considerada no estudo, para cada uma das cinco plataformas analisadas.

Tabela 3: Estatística descritiva das distâncias antes em cada plataforma

Plataforma	1	2	3	4	5
Média (m)	35,2	31,3	13,8	23,5	41,1
Mediana (m)	33,6	30,4	11,9	21,1	35,4
Desvio Padrão (m)	22,6	21,3	9,3	16,3	23,0

O valor encontrado para o desvio padrão da amostra, para cada plataforma, pode ser considerado alto. Quanto maior o desvio padrão de uma amostra, maior a dispersão entre os dados. Pode-se atribuir essa dispersão forte ao comportamento do motorista na via. Durante a coleta de velocidade, foi observado que alguns dos condutores reduziam a velocidade do veículo praticamente no momento em que atravessavam a plataforma, enquanto outros reduziam bem antes de se aproximarem do dispositivo.

A Tabela 4 mostra os valores dos coeficientes de correlação e os P-valores para as variáveis explicativas referentes às características geométricas das plataformas e das vias e as velocidades coletadas, tendo como variável dependente as distâncias dos trechos encontradas por regressão linear, por meio do *Minitab*.

Tabela 4: Coeficientes de Correlação e P-Valores

Parâmetros Estatísticos	Plataformas				Vias			Vias		
	Altura	Comprimento de Topo	Inclinação da rampa	Largura da Via	Greide antes	Greide depois	Largura efetiva da via	Velocidade de entrada	Velocidade no dispositivo	Redução de Velocidade
r ²	0,170	0,239	0,018	0,409	-0,161	-0,331	-0,101	-0,681	-0,489	-0,338
P-valor	0,001	0,000	0,720	0,000	0,002	0,000	0,048	0,000	0,000	0,000

Os valores dos coeficientes de correlação e dos e P-valores obtidos mostram o baixo poder explicativo das variáveis “Inclinação da Rampa” e “Largura efetiva da via”. Já os valores encontrados para “Velocidade de entrada”, “Velocidade no dispositivo” e “Largura da via” mostram que essas variáveis são as que melhor explicam, individualmente, as distâncias do trecho anteriores às plataformas.

Depois de correlacionar individualmente as variáveis com as distâncias, foram testados vários modelos de regressão utilizando combinações de variáveis geométricas das plataformas e das vias e velocidades. O software eliminou as variáveis que são altamente correlacionadas com outras variáveis utilizadas nos modelos. Dentre todas as equações encontradas, a que melhor explica as distâncias no trecho de estudo anterior à plataforma para velocidade limite igual a 30km/h:

$$\text{DIST. ANTES} = 1449 - 229 h + 26,5 \ln Lv + 11,3 Ve - 528 \ln Ve \quad (4)$$

Onde: h = altura (m)

Lv = Largura da via (m)

Ve = Velocidade de entrada (km/h)

Essa relação foi escolhida pela sua consistência e por apresentar um alto valor para o coeficiente de variação explicado pelo modelo – neste caso 73,2% da variabilidade da distância antes do dispositivo é explicada pelas variáveis explanatórias – aliado a P-valores próximos de zero nos testes de significância para todas as variáveis.

• Trecho Depois da Plataforma

De forma análoga ao trecho analisado anteriormente, as distâncias encontradas por regressão linear para o trecho posterior à plataforma também foram tratadas por meio de estatística descritiva utilizando *Excel*. A Tabela 5 mostra a média, a mediana e o desvio padrão para as distâncias consideradas no estudo para cada plataforma.

Tabela 5: Estatística descritiva das distâncias depois em cada plataforma

Plataforma	1	2	3	4	5
Média (m)	26,3	40,0	31,5	28,1	33,7
Mediana (m)	23,6	38,2	30,3	19,8	27,6
Desvio Padrão (m)	19,6	19,6	14,4	22,6	17,6

De forma análoga ao trecho que antecede o dispositivo, o desvio padrão da amostra, para cada plataforma, foi alto. Essa alta dispersão entre os dados também pode ser atribuída ao comportamento do motorista que em alguns casos acelera logo após passar pelo dispositivo e em outros, permanece com a velocidade reduzida.

A Tabela 6 mostra os valores dos coeficientes de correlação e os P-valores, para as variáveis explicativas referentes às características geométricas das plataformas e das vias e as velocidades coletadas, tendo como variável dependente as distâncias no trecho posterior, encontradas por regressão linear pelo *Minitab*.

Tabela 6: Coeficientes de Correlação e P-Valores

Parâmetros Estatísticos	Plataformas				Vias			Vias		
	Altura	Comprimento de Topo	Inclinação da rampa	Largura da Via	Greide antes	Greide depois	Largura efetiva da via	Velocidade de entrada	Velocidade no dispositivo	Redução de Velocidade
r ²	0,091	0,227	-0,051	0,069	0,039	0,001	-0,239	-0,400	-0,603	-0,027
P-valor	0,079	0,000	0,323	0,186	0,454	0,983	0,000	0,000	0,000	0,609

Os valores dos coeficientes de correlação e dos P-valores obtidos mostram o poder explicativo das variáveis coletadas em campo, sendo “Greide depois” a variável de menor poder explicativo e “Velocidade no dispositivo” a variável que melhor explica as distâncias dos trechos posteriores à plataforma, quando analisados individualmente.

De todos os modelos testados utilizando combinações de variáveis, no *Minitab*, nenhum apresentou valores de correlação superior a 52%. As variáveis altamente correlacionadas entre si foram eliminadas pelo software. Dentre os modelos encontrados, a equação a seguir foi a que melhor explicou a distância no trecho posterior ao dispositivo, em que o veículo trafegava com uma velocidade limite de 30km/h:

$$\text{DIST. DEPOIS} = 59,7 + 50,0 h + 9,91 Ct - 2,78 Vd \quad (5)$$

Onde: h = altura (m)

Ct = Comprimento de topo (m)

Vd = Velocidade do veículo no dispositivo (km/h)

Neste caso 40,3% da variabilidade é explicada pelas variáveis explanatórias – aliado a P-valores próximos de zero nos testes de significância para todas as variáveis.

5. CONCLUSÃO

A principal função da plataforma, que é o controle pontual de velocidade, foi comprovada pelos dados coletados em campo. Os trechos anterior e posterior ao dispositivo apresentaram comprimento médio igual a 29m e 32m, respectivamente, para velocidades limites de 30km/h. Assim sendo, recomenda-se a utilização de mais de uma plataforma, separadas de aproximadamente 60m, em trechos mais longos onde se deseja velocidades entre os dispositivos iguais ou inferiores ao limite proposto, separação esta condizente com a bibliografia conforme citada no item 2.

Na construção dos modelos para determinação da área de influência foi utilizado um número reduzido de variáveis, uma vez que a inserção de um número maior poderia inviabilizar sua utilização devido à complexidade das equações resultantes.

O coeficiente de variação encontrado para a equação da distância posterior ao dispositivo (40,3%) apresentou-se inferior ao esperado. Este valor confirma a grande variabilidade dos perfis de velocidade resultantes do comportamento dos motoristas. Ademais, a distância antes da plataforma, assim como a distância depois, é uma variável aleatória que não depende apenas das variáveis que assumem valores matemáticos, podendo ser influenciada, por exemplo, pelo tipo da plataforma – elíptica ou reta –, condições do revestimento da via, presença de parada de ônibus, faixas de estacionamento, proximidade de interseções, etc.

O estudo de caso foi realizado nas vias internas do campus da UFMG e, provavelmente, pode refletir o comportamento de uma população distinta se comparada com a população de todo o município. Na aplicação dos modelos devem-se considerar as características do ambiente em questão bem como o comportamento do motorista, que podem ser distintos da amostragem utilizada, portanto os resultados devem ser analisados considerando esses aspectos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alduán A. S. (1998) *Calmar el Tráfico*. Madrid: Ministerio de Fomento. Centro de Publicaciones
- Barbosa, H. M. e M. V. Moura (2006). Impacto de Plataformas na Velocidade em Vias Urbanas. *Anais do XX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Brasília, v. 1, p. 38-47.
- Cupolillo, M. T. A. (2006) *Estudo das Medidas Moderadoras do Tráfego para Controle da Velocidade e dos conflitos em Travessias Urbanas*. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ.
- Hass-Klau C., I. Nold, G. Böcker e G. Crampton (1992) *Civilised Streets: A Guide to Traffic Calming*. Environmental & Transport Planning.
- Paniati J. F., J. A. Coleman, R.D. Cotton, R. Covey, D. Graham, J. McCauley, G. Morford, M. R. Parker, H. E. Pena, M. L. Robinson e W. C. Taylor (1995) *FHWA Study Tour for Speed Management and Enforcement Technology*. Federal Highway Administration.
- Webster, D.C. (1993). *Road Humps for Controlling Vehicle Speeds*. TRL Project Report 18, Crowthorne.

Endereço das autoras:

Heloisa Maria Barbosa (helobarb@etg.ufmg.br)
Mariana Verônica de Moura (mariana@etg.ufmg.br)
Escola de Engenharia da UFMG
Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia
Núcleo de Transportes – NUCLETRANS
Avenida do Contorno, 842 sala 608.
30110-160 – Centro – Belo Horizonte.