

## ESTUDO DO IMPACTO VISUAL DE SINAIS HORIZONTAIS DE TRÂNSITO ATRAVÉS DE AVALIAÇÃO PSICOFÍSICA

Rafael Detoni Moraes  
Escola de Engenharia de São Carlos  
Universidade de São Paulo  
Av. Trabalhador São – Carlense, 400 Centro.  
São Carlos – SP  
(0055)162739597  
e-mail: [r\\_moraes@terra.com.br](mailto:r_moraes@terra.com.br)

Adriane Monteiro Fontana, Antonio Clóvis Pinto Ferraz  
Escola de Engenharia de São Carlos  
Departamento de Transportes, Universidade de São Paulo  
Av. Trabalhador São – Carlense, 400 Centro.  
São Carlos – SP  
(0055)162739597  
e-mail: [afontana@sc.usp.br](mailto:afontana@sc.usp.br), [coca@sc.usp.br](mailto:coca@sc.usp.br)

### RESUMO

Neste trabalho é apresentado estudo sobre novos modelos para a sinalização horizontal de parada obrigatória, faixa de pedestres e lombadas, buscando alternativas que possam causar maior impacto visual, contribuindo, assim, para a melhoria da segurança viária. Foram investigados alguns modelos alternativos de sinalização já implantados em algumas cidades brasileiras, bem como outros modelos gerados. Esses modelos foram confrontados entre si e com os padrões regulamentados pelo Código de Trânsito Brasileiro. Na comparação das alternativas foram utilizados métodos apropriados da Psicofísica. O trabalho também apresenta estudo sobre o impacto visual do uso associado ou não dos sinais horizontais de parada obrigatória, faixa de pedestres e linha de retenção.

## 1. INTRODUÇÃO

A sinalização de trânsito tem como meta regulamentar, advertir, orientar e informar os usuários do sistema viário (motoristas e pedestres).

De acordo com McGee e Taori (1998), os sinais de trânsito são um dos mais importantes componentes da infra-estrutura rodoviária. Uma melhor sinalização leva a um aumento na segurança da via e a um sistema de transportes mais eficiente.

A sinalização horizontal é um subsistema da sinalização viária que utiliza linhas, faixas, marcações, símbolos ou legendas, em tipos e cores diversos, colocados sobre o pavimento da via, tendo como função organizar o fluxo de veículos e pedestres, controlando e orientando os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos, complementando a sinalização vertical de regulamentação, advertência ou indicação.

A sinalização horizontal tem como principal vantagem transmitir mensagens aos usuários sem desviar-lhes a atenção da pista. Porém, ela deve receber atenção especial no que diz respeito à manutenção em função dos sinais estarem sujeitos ao tráfego intenso e ações das intempéries. Esses fatores contribuem para um desgaste da sinalização fazendo com que a mesma perca a propriedade da perceptibilidade por parte dos motoristas.

Em alguns casos, a sinalização horizontal atua por si só como controladora de fluxos e, em outras situações, tem poder de regulamentação, como nos casos em que separam e direcionam os fluxos de tráfego.

A eficiência da sinalização depende, de acordo com Cárdenas e Mayor (1995), MUTCD (1988), Ferraz, Fortes & Simões (1999), Al Madani (2000) e Fontana (2001), dos seguintes fatores:

- Posicionamento correto no campo visual do observador;
- Despertar a atenção do usuário – impacto visual;
- Legibilidade e clareza da mensagem transmitida.

Muitas das pesquisas realizadas no campo da sinalização viária estão relacionadas com a percepção visual, ou seja, são estudos sobre cores, formas, tamanhos, distância de visualização e posicionamento dos sinais nas vias.

Ferraz, Fortes e Pierri (1997) comentam que a sinalização horizontal de “PARE” e de lombada regulamentadas pelo Código de Trânsito Brasileiro (1997) deveriam apresentar maior impacto visual e melhor estética. Os mesmos autores introduziram algumas alterações empíricas nesses sinais, que apresentaram resultados bastante satisfatórios quando empregadas em caráter experimental na cidade de São Carlos - Brasil.

Outras cidades também têm utilizado algumas variações nesses sinais horizontais, também com resultados satisfatórios.

É importante, contudo, proceder a análises científicas da efetiva melhoria do impacto visual e, consequentemente, da segurança viária dessas alternativas que vem sendo utilizadas. Seja para

descartá-las, seja para propor mudanças no padrão oficial de sinalização prevista no Código de Trânsito Brasileiro, que é baseado na RESOLUÇÃO nº 666/86 do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN.

## 2. OBJETIVOS DO TRABALHO

Esta pesquisa tem como objetivo estudar novos modelos de sinalização horizontal de Parada Obrigatória, Faixa de Pedestres e Presença de Lombadas nas vias, buscando alternativas que possam causar maior impacto visual, contribuindo, assim, para a melhoria da segurança viária.

São analisados modelos alternativos já utilizados em algumas cidades brasileiras, como São Carlos e Araraquara, bem como desenvolvidos outros modelos, que são confrontados entre si e com os padrões regulamentados pelo Código de Trânsito Brasileiro, através de métodos da Psicofísica.

Seguindo a linha de pesquisa referente à percepção visual dos sinais de trânsito este trabalho ainda incorpora, num segundo momento, uma comparação entre o uso conjugado dos sinais horizontais em interseções viárias (parada obrigatória, faixa de pedestre e linha de retenção), sempre com a presença da sinalização vertical de parada obrigatória, também utilizando métodos apropriados da Psicofísica.

## 3. MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DOS SINAIS DE TRÂNSITO

*“A Psicofísica é uma área da psicologia que se concentra principalmente em quantificar as relações entre os estímulos físicos e a resposta psicológica desses”* Reber (1996).

A Psicofísica possibilita mensurar a sensação experimentada por um sujeito quando submetido a algum tipo de análise, sendo que esta mensuração é feita através da resposta fornecida pelo indivíduo. Tal análise pode ser feita com um sujeito ou com um grupo de sujeitos, dependendo do método e das características do experimento em questão.

A seguir é descrito o método da Psicofísica utilizado na pesquisa, denominado de método de Comparação aos Pares.

### **Método de Comparação aos Pares**

Nesse método, os estímulos são todos comparados com os demais do grupo. Da Silva & Rozestraten (2000) colocam que esse método permite a avaliação da quantidade e da locação da dispersão discriminativa. Dessa forma, além de saber quais são os melhores, pode-se também saber o quanto “melhor” é cada estímulo em relação aos demais.

Primeiramente são elaborados todos os estímulos necessários para o julgamento solicitado, e estes são comparados entre si, gerando um número  $n(n-1)/2$  de pares de estímulos, onde  $n$  é o número de estímulos elaborados.

A avaliação dos dados obtidos nas comparações é realizada através do escore “z”, que possibilita uma maior apuração e elaboração da escala dos estímulos, possibilitando saber qual estímulo apresenta mais de determinada característica e também a quantidade desta característica que ele apresenta sobre os demais. O método, além de escalonar, isto é, qualificar os estímulos de acordo com critérios escolhidos, permite também quantificar os estímulos entre si.

O escore z é a variável reduzida, ou seja, representa as proporções encontradas em um grupo de dados em uma distribuição normal com média 0 e variância 1. Através dos ajustes feitos nas médias das variáveis ou escores z obtidos na análise dados, é possível obter a escala comparativa entre os estímulos julgados.

De acordo com Da Silva & Rozestraten (2000), a importância dos valores, ou escores z, se resume no fato de que se pode encontrar o valor z para cada indivíduo (no caso aqui apresentado, par de estímulos).

Com o escore z de cada estímulo determinado, são calculadas a somatória e a média dos mesmos. Com os valores da média, obtém-se uma ordenação entre os estímulos. O menor valor encontrado nessa escala, é considerado como zero, e os outros valores sofreram a mesma calibração feita nesse menor valor. Dessa forma, têm-se os escores z ajustados, que variam a partir de zero. O maior valor representa a melhor opção.

#### 4. ESTÍMULOS ESTUDADOS

No experimento 1, foram elaborados 4 estímulos para cada sinal analisado. As figuras 1, 2, 3 e 4 mostram as alternativas analisadas para o caso do sinal horizontal de parada obrigatória. As figuras 13,14,15 e 16 apresentam o detalhamento dos sinais.



**Figura 1: Parada obrigatória  
Alternativa 1.**



**Figura 2: Parada obrigatória  
Alternativa 2.**



**Figura 3: Parada obrigatória  
Alternativa 3.**



**Figura 4- Parada obrigatória  
Alternativa 4.**

Para o sinal de horizontal de travessia de pedestres, foram elaborados os quatro estímulos mostrados nas figuras 5, 6, 7 e 8.

As figuras 17,18,19 e 20 apresentam o detalhamento dos sinais.



**Figura 5- Faixa de pedestre, Alternativa 1.**



**Figura 6- Faixa de pedestre, Alternativa 2.**



**Figura 7- Faixa de pedestre, Alternativa 3.**



**Figura 8- Faixa de pedestre, Alternativa 4.**

Para o sinal de horizontal de presença de lombada, foram elaborados os quatro estímulos mostrados nas figuras 9, 10, 11 e 12.

As figuras 21, 22, 23 e 24 apresentam o detalhamento dos sinais.



**Figura 9- Lombada - Alternativa 1**



**Figura 10- Lombada - Alternativa 2**



**Figura 11- Lombada - Alternativa 3.**



**Figura 12- Lombada - Alternativa 4.**

Para o experimento 2, foram elaborados os sete estímulos mostrados nas figuras 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19.



**Figura 13- Faixa de pedestre.**



**Figura 14- Faixa de pedestre + parada Obrigatória.**



**Figura 15- Parada obrigatória.**



**Figura 16- Linha de retenção**



**Figura 17- Faixa de pedestre + linha de retenção.**



**Figura 18- Linha de retenção + parada Obrigatória.**



**Figura 19- Faixa de pedestre + linha de retenção + parada obrigatória.**

## 5. EXPERIMENTOS REALIZADOS

### 5.1. Experimento 1 – Comparação entre estímulos para sinais de parada obrigatória, faixa de pedestre e lombadas.

Os estímulos foram combinados aos pares de tal maneira que um estímulo em particular não apareça em sucessão, e que cada estímulo não apareça igual e freqüentemente em cima ou embaixo. Essa medida ajuda a eliminar os efeitos de preferência de posição, conforme estabelece

o Método de Comparação aos Pares. A apresentação taquitoscópica dos pares de estímulos aos sujeitos foi realizada num microcomputador. Foram entrevistados 126 sujeitos.

### 5.2. Experimento 2 – Avaliação da combinação de sinais horizontais em interseções não semaforizadas.

Nesse experimento a avaliação dos sujeitos foi realizada com imagens impressas em papel fotográfico. Foram entrevistados 74 sujeitos.

Foi aplicado o método psicofísico de Comparação aos Pares, seguindo os mesmos procedimentos descritos no primeiro experimento.

**Tabela 1**  
**Sinais horizontais presentes nas combinações do experimento 2**

Número da combinação	Sinais presentes na combinação
Estímulo1 (E.1)	<b>5.3. FAIXA DE PEDESTRE</b>
Estímulo2 (E.2)	Faixa de Pedestre + Parada Obrigatória
Estímulo3 (E.3)	Parada Obrigatória
Estímulo4 (E.4)	Linha de Retenção
Estímulo5 (E.5)	Faixa de Pedestre + Linha de Retenção
Estímulo6 (E.6)	Linha de Retenção + Parada Obrigatória
Estímulo7 (E.7)	Linha de Retenção + Parada Obrigatória + Faixa de Pedestre

## 6. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos no experimento 1 podem ser observados nas tabelas 2, 3 e 4. A ordenação apresentada nas tabelas é derivada dos escores z ajustados.

**Tabela 2**  
**Escores z médios para os sinais de parada obrigatória**

	Alternativa 3	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 4	Soma	Média	Escala Ajustada	Ordenação
<b>Alternativa 3</b>	0,00	0,67	0,25	0,20	1,12	0,28	0,75	1º
<b>Alternativa 1</b>	-0,67	0,00	-0,81	-0,41	-1,89	-0,47	0,00	4º
<b>Alternativa 2</b>	-0,25	0,81	0,00	0,08	0,64	0,16	0,63	2º
<b>Alternativa 4</b>	-0,20	0,41	-0,08	0,00	0,14	0,03	0,50	3º

**Tabela 3**  
**Escores z médios para os sinais de faixa de pedestre**

	Alternativa 1	Alternativa 3	Alternativa 2	Alternativa 4	Soma	Média	Escala Ajustada	Ordenação
<b>Alternativa 1</b>	0,00	0,36	0,08	-0,33	0,11	0,03	0,32	2º
<b>Alternativa 3</b>	-0,36	0,00	-0,05	-0,74	-1,15	-0,29	0,00	4º
<b>Alternativa 2</b>	-0,08	0,05	0,00	-0,88	-0,91	-0,23	0,06	3º
<b>Alternativa 4</b>	0,33	0,74	0,88	0,00	1,95	0,49	0,78	1º

**Tabela 4**  
**Escores z médios para os sinais de lombada**

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Soma	Média	Escala Ajustada	Ordenação
<b>Alternativa 1</b>	0,00	0,05	1,23	0,67	1,95	0,49	1,37	2º
<b>Alternativa 2</b>	-0,05	0,00	1,48	0,96	2,38	0,60	1,48	1º
<b>Alternativa 3</b>	-1,23	-1,48	0,00	-0,81	-3,51	-0,88	0,00	4º
<b>Alternativa 4</b>	-0,67	-0,96	0,81	0,00	-0,82	-0,20	0,68	3º

Os resultados obtidos no experimento 2 podem ser observados na Tabela 5.

**Tabela 5**  
**Escores z médios para os sinais conjugados em interseções não semaforizadas**

	E. 1	E. 2	E. 3	E. 4	E. 5	E. 6	E. 7	Soma	Média	Escala Ajustada	Ordem
<b>E. 1</b>	0	-1,74	0,56	0,92	-1,93	-0,41	-1,74	-4,34	-0,62	0,72	5º
<b>E. 2</b>	1,74	0	1,74	1,92	0,12	0,6	-1,93	4,19	0,60	1,94	2º
<b>E. 3</b>	-0,56	-1,74	0	0,64	-0,73	-1,74	-1,93	-6,06	-0,87	0,47	6º
<b>E. 4</b>	-0,92	-1,92	-0,64	0	-2,21	-1,74	-1,93	-9,36	-1,34	0,00	7º
<b>E. 5</b>	1,93	0,12	0,73	2,21	0	0,44	-1,24	4,19	0,60	1,94	2º
<b>E. 6</b>	0,41	-0,6	1,74	1,74	-0,44	0	-1,39	1,46	0,21	1,55	4º
<b>E. 7</b>	1,74	1,93	1,93	1,93	1,24	1,39	0	10,16	1,45	2,79	1º

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como os tamanhos das amostras pesquisadas não são estatisticamente representativo, os resultados obtidos devem ser vistos como tendências de preferência.

Todos os experimentos foram realizados de maneira estática, isto é, não foram realizados experimentos dinâmicos que simulassem a velocidade dos veículos ao se aproximarem dos sinais de trânsito.

As principais conclusões da pesquisa são colocadas em seguida, considerando em separado cada um dos experimentos realizados.

### 7.1. Experimento 1

#### 7.1.1. Sinalização horizontal de parada obrigatória

Em função dos resultados obtidos pode-se concluir que o uso de formas geométricas e cores variadas contribui para o aumento do impacto visual do sinal de trânsito, já que nas três primeiras colocações estão os estímulos constituídos pelas cores amarela e branca com presença de orla externa.

O estímulo denominado Alternativa 3 ficou em primeiro lugar pela presença maciça da cor branca, causando forte contraste com a cor natural do pavimento.

### **7.1.2. Sinalização horizontal de faixa de pedestre**

Os resultados mostraram que a união entre cores e formas geométricas também é vantajosa quando se pretende aumentar o impacto visual de determinado sinal, desde que essa mistura não confunda o usuário. Isso pode ser visto pelo fato do estímulo denominado Alternativa 2 ter ocupado a terceira posição (com valor bem próximo do quarto colocado) na opinião dos sujeitos entrevistados. Este modelo, como visto anteriormente, é composto por formas geométricas de diferentes cores, mas, que se embaralham aos olhos do observador em função do tamanho dessas formas.

O estímulo proposto com o nome de Alternativa 4 foi classificado em primeiro lugar, apresentando uma grande diferença em relação ao segundo colocado, na preferência dos sujeitos. O simples fato de mudar o formato das faixas padronizadas pelo Código de Trânsito Brasileiro aumentou o poder de percepção do sinal. A presença da cor amarela no sinal também contribuiu para a melhoria do impacto visual.

O estímulo Alternativa 1 comprova que aliar forma geométrica com variação de cores contribui para o aumento da percepção visual.

### **7.1.3. Sinais horizontais de lombada**

Contrariando os resultados obtidos com os outros dois grupos de sinais, a variação na forma geométrica não causou atratividade entre os sujeitos para os modelos estudados. A conclusão, neste caso, é que figuras compostas por retângulos, estejam elas dispostas de forma oblíqua ou paralela ao eixo da via, facilitam a identificação do dispositivo. Essa forma geométrica permite que o sujeito aprecie, com maior precisão, o tamanho do dispositivo de redução de velocidade, a altura e a distância a que o mesmo se encontra.

Com isso explica-se o fato dos estímulos Alternativa 2 e Alternativa 1 ocuparem a primeira e segunda colocação, respectivamente, com valores tão próximos. Aqui a atratividade é medida somente em função da variação da forma, e não da forma em conjunto com a variação de cores.

## **7.2. Experimento 2**

A primeira conclusão que se pode inferir é que quanto maior for o número de sinais utilizados ao mesmo tempo, maior é o impacto visual causado. De certa forma existe lógica nisso, pois significa que haverá um número maior de objetos contrastando com o pavimento.

A faixa de pedestre, utilizada num caso isolado, causa maior impacto visual do que a inscrição PARE que, por sua vez, causa maior impacto visual do que a leitura isolada de uma linha de retenção. Cabe aqui um comentário: dentre esses sinais utilizados de forma isolada a linha de retenção tem sua função desconhecida por grande parte dos sujeitos entrevistados, de acordo com comentários que partiram dos mesmos durante a apreciação dos estímulos. Muitos disseram não saber que decisão tomar ao se deparar com este tipo de sinal.

No caso em que esses sinais foram combinados dois a dois, houve um empate entre os estímulos 2 e 5, faixa de pedestre associada a inscrição PARE e faixa de pedestre associada a linha de retenção, respectivamente, seguido do estímulo 6 (linha de retenção associada a inscrição PARE).

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - Brasil, pelas bolsas concedidas.

## REFERÊNCIAS

Al- Madani, H. (2000) Influence of drivers' comprehension of posted signs on their safety related characteristics. **Accident analysis and Prevention.** Vol. 32, p. 575-581.

Cardenas, J.G. & Mayor R. R.C. (1995) **Ingenieria de Transito- fundamentos y aplicaciones.** 7<sup>a</sup> edição. Universidade del Vale. México.

Código de Trânsito Brasileiro - Lei n. 9503, de setembro de 1997 atualizado com a LEI nº. 9602 de 21 de janeiro de 1998. ed 2. EDIPRO São Paulo – SP.

Da Silva, J. & Rozestraten, R (2000). **Psicofísica e Percepção: Manual Prático.** Material apostilado utilizado na disciplina de Psicologia Experimental III: Psicofísica e Percepção. FFCLRP-USP, Ribeirão Preto.

Ferraz, A.C.P., Fortes, F.Q. e Pierri, M. (1997) Innovaciones en la Señalizacion Viaria en São Carlos – Brasil. **VIII Congreso Chileno De Ingenieria De Transporte.** Santiago, Chile.

Ferraz, A.C.P.; Fortes,F.Q.; Simões,F.A. (1999) **Engenharia de Tráfego Urbano - Fundamentos Práticos.** São Carlos, EESC.

Fontana, A. M. (2001) **Proposta de pequenas alterações dos principais sinais de trânsito para melhorar o impacto visual – avaliação utilizando método psicofísico.** 105p. São Carlos. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

Guilford, J.P. (1954) **Psychometric Methods.** 2 ed. McGrawHill, New York.

McGee & Taori (1998) ) Impacts of maintaining traffic signs within minimum retroreflectivity guidelines. **Transportation Research Records nº 1650.** p.19-27.

MUTCD – **Manual on Uniform Traffic Control Devices** (1988) Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation.

Reber,A. (1996) **The penguin Dictionary of Psychology.** Psychophysics.  
<http://w1.xrefer.com/entry.jsp?xrefid=154700&secid=-> 29/11/2001

Resolução nº 666/86 do CONTRAN - Lazzari, C. F.; Witter, I. R. DA R. (1991) **Nova coletânea de Legislação de Trânsito**. Cidade Baixa, Sagra.

## ANEXO

### Descrição dos estímulos utilizados na pesquisa.

#### *Parada Obrigatória*

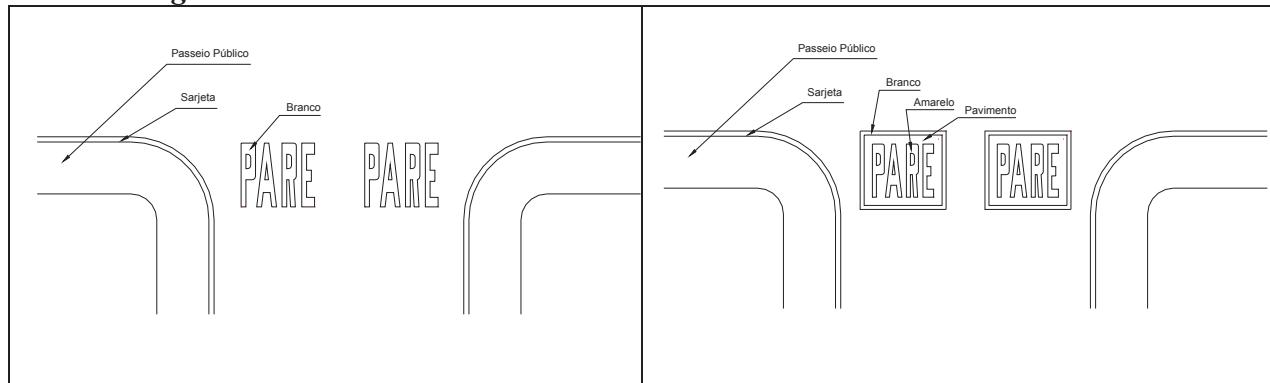


Figura 13 - Descrição da Alternativa 1

Figura 14 - Descrição Alternativa 2.

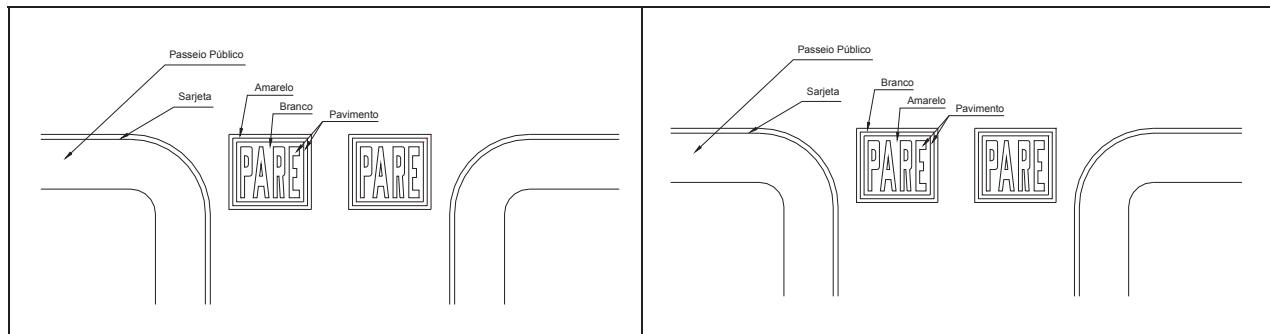


Figura 15 - Descrição Alternativa 3.

Figura 16 - Descrição Alternativa 4.

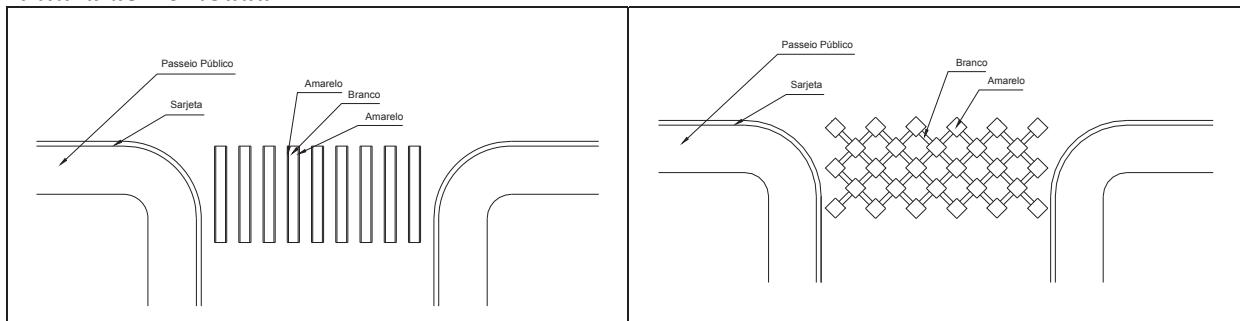
**Pintura de Lombada**

Figura 17 - Descrição Alternativa 1.

Figura 18 - Descrição Alternativa 2.

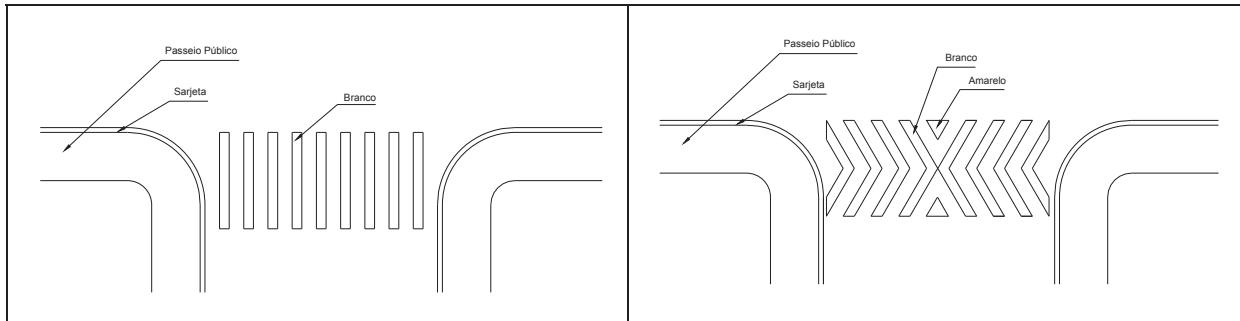


Figura 19 - Descrição Alternativa 3.

Figura 20 - Descrição Alternativa 4.

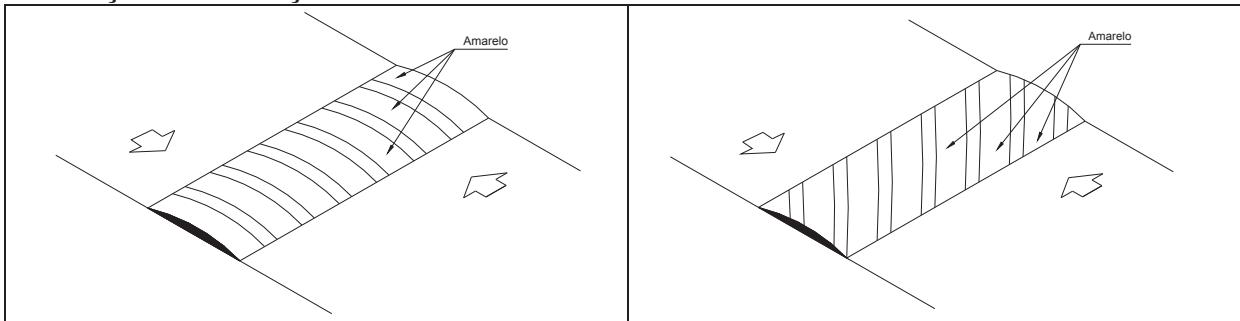
**Sinalização de Presença de Lombada.**

Figura 21 - Descrição Alternativa 1.

Figura 22 - Descrição Alternativa 2.

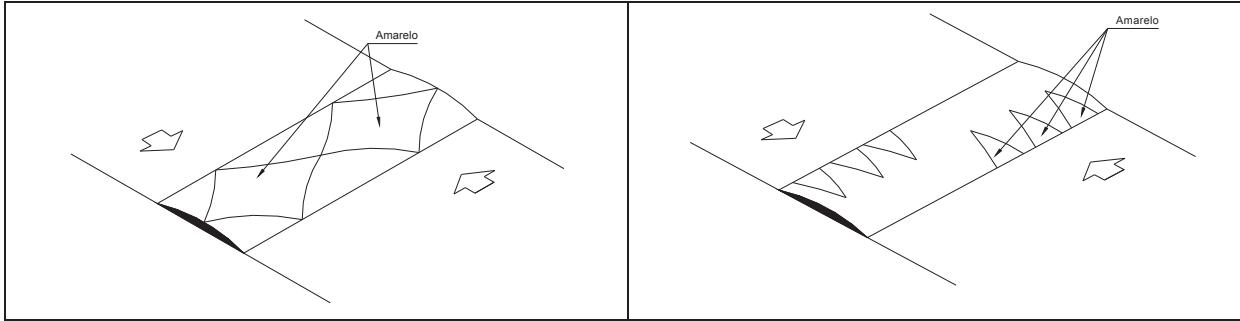


Figura 23 - Descrição Alternativa 3.

Figura 24 - Descrição Alternativa 4.