

FERNANDO AUGUSTO BAPTISTINI PESTANA

AVALIAÇÃO VISUAL DO DESGASTE DA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL URBANA EM UM MUNICÍPIO DE MÉDIO PORTE

CAMPINAS
2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

FERNANDO AUGUSTO BAPTISTINI PESTANA

AVALIAÇÃO VISUAL DO DESGASTE DA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL URBANA EM UM MUNICÍPIO DE MÉDIO PORTE

Orientador: Prof. Dr. Cassio Eduardo Lima de Paiva

Tese de Doutorado apresentada a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil, na área de concentração de Edificações.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO FERNANDO AUGUSTO BAPTISTINI PESTANA E ORIENTADO PELO PROF. DR. CASSIO EDUARDO LIMA DE PAIVA.

ASSINATURA DO ORIENTADOR

_____

CAMPINAS
2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

P439a

Pestana, Fernando Augusto Baptistini
Avaliação visual do desgaste da sinalização horizontal urbana em um município de médio porte / Fernando Augusto Baptistini Pestana. --Campinas, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Cassio Eduardo Lima de Paiva.
Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Transito urbano - Sinalização. 2. Sinais e sinalização. 3. Transito - Sinais e sinalização. I. Paiva, Cassio Eduardo Lima de, 1953-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Título em Inglês: Visual classification of worn down pavement markings in urban areas of medium-sized cities
Palavras-chave em Inglês: Transit City - Signalling, Signals and signaling, Transit - Signs and signaling
Área de concentração: Edificações
Titulação: Doutor em Engenharia Civil
Banca examinadora: Carlos Alberto Bandeira Guimarães, Maria Lúcia Galves, Paulo Cesar Marques da Silva, Washington Peres Nuñez
Data da defesa: 08-10-2012
Programa de Pós Graduação: Engenharia Civil

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

AVALIAÇÃO VISUAL DO DESGASTE DA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL URBANA EM UM MUNICÍPIO DE MÉDIO PORTE

Fernando Augusto Baptistini Pestana

Teso de Doutorado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Prof. Dr. Cassio Eduardo Lima de Paiva
Presidente e Orientador/FEC/Unicamp

Prof. Dr. Carlos Alberto Bandeira Guimarães
FEC/Unicamp

Prof. Dra. Maria Lúcia Galves
FEC/Unicamp

Prof. Dr. Paulo Cesar Marques da Silva
UnB

Prof. Dr. Washington Peres Núñez
UFRGS

Campinas, 08 de Outubro de 2012

Dedicatória

Ao meu pai Antonio (in memorian), minha mãe Alzira, minha mulher Márcia e meus filhos Laura, Gustavo e Antonio por serem a luz do meu caminho.

Agradecimentos

- A Deus, por tudo de bom que sempre me proporciona.

- A minha esposa Márcia, pelo amor, companhia, amizade e carinho durante quase trinta anos.

- Ao Professor Doutor Cassio Eduardo Lima de Paiva, pelas orientações e grande amizade demonstrada ao longo de tantos anos.

- Aos meus amigos Marcos Cesar Arone e Altair Martinelli pelo auxílio na realização do experimento de campo deste trabalho.

- A Prefeitura Municipal de Sumaré, especialmente aos funcionários do Departamento de Trânsito, pelo apoio logístico no acompanhamento do experimento de campo.

- Aos Professores Doutores Jorge Capela e Marisa Veiga Capela da Unesp – Campus de Araraquara, pelos ensinamentos estatísticos prestados.

- Ao Prof. Dr. Paulo Cesar Marques da Silva da Universidade de Brasília e ao Prof. Dr. Washington Peres Núñez da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, integrantes da Banca Examinadora, pelas sugestões de melhoria e críticas construtivas apresentadas durante a defesa desta Tese, proporcionando-me a oportunidade de melhoria substancial deste trabalho acadêmico. Aos dois professores, o meu muito obrigado.

- Aos alunos dos cursos de Licenciatura em Química, Farmácia e Bioquímica da Unesp - Araraquara e aos alunos dos cursos de Engenharia Civil e Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da UNICAMP que, de maneira voluntária, concordaram em participar deste experimento.

- Aos funcionários do Laboratório de Solos da UNICAMP, pelo preparo das amostras do ensaio da mancha de areia.

- A todos aqueles que, de maneira direta ou indireta colaboraram com este trabalho.

“A persistência é o menor caminho para o êxito”
(Charles Chaplin)

Resumo

PESTANA, Fernando Augusto Baptistini. **Classificação visual do desgaste da sinalização horizontal urbana em um município de médio porte**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil - UNICAMP, 2012. 201 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2012.

A sinalização horizontal realizada com tintas é utilizada na grande maioria dos municípios brasileiros, os quais, devido às exigências do Código de Trânsito Brasileiro devem possuir organismo próprio para o gerenciamento do trânsito em sua circunscrição. Os municípios brasileiros, principalmente aqueles de médio e pequeno porte, não possuem equipe técnica especializada nem tampouco ferramentas adequadas para a realização do correto gerenciamento da sinalização horizontal urbana.

Este trabalho apresenta uma análise geral do quesito durabilidade da sinalização horizontal, abordando o cenário internacional e o nacional; apresenta os critérios utilizados por diversos organismos rodoviários e instituições nacionais e internacionais, bem como pesquisas científicas atuais sobre o quesito durabilidade da sinalização. Em função das informações levantadas, foi proposto e avaliado um método visual para análise do desgaste da sinalização urbana. Apresenta o estudo de um caso real de controle de durabilidade de sinalização urbana a partir do método proposto, em alguns locais do município de Sumaré – SP.

Palavras-chave: Sinalização viária urbana, sinalização horizontal, durabilidade da sinalização horizontal, desgaste da sinalização horizontal, vida útil da sinalização horizontal.

Abstract

PESTANA, Fernando Augusto Baptistini. ***Visual classification of worn down pavement markings in urban areas of medium-sized cities.*** Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2011. 201 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, 2012.

Pavement markings are used in most of the Brazilian cities, which, due to the demands of the Brazilian Traffic Code need to have their own agencies for traffic management. The cities, especially those which are medium and small in size, do not have adequate technical experts and appropriate tools to manage the urban pavement markings correctly.

The aim of this thesis is to present an overview of pavement markings durability, addressing the national and international scene. The first part of the research was the analysis of the different criteria used by various road agencies, national and international institutions, as well as updated scientific research on durability of pavement markings. According to the information gathered, it was proposed and evaluated a visual method for the analysis of the worn down pavement markings. This study presents a real case-control durability of urban pavement markings with paints from the proposed visual method in some places of Sumaré – SP city.

Keywords: Urban traffic signs, horizontal traffic signs, life-cicle of pavement markings, wear pavement markings, dead line of pavement markings.

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1.1 - Faixa de pedestres em uma via do município de Araraquara-SP, com desgaste desigual..... 003

Figura 1.2 - Faixa de pedestres em uma via do município de Araraquara-SP com desgaste nas trilhas de roda onde os veículos executam movimento curvilíneo..... 003

Figura 1.3 - Faixa de pedestres em uma via do município de Araraquara-SP sem desgaste anormal no trecho onde existe movimento retilíneo dos veículos..... 004

Figura 1.4 - Sinalização horizontal comumente encontrada em estacionamentos cobertos e não exposta ao intemperismo, porém com desgaste desigual..... 004

Figura 2.1 - Princípio de funcionamento de um retrorrefletômetro..... 010

Figura 4.1 - Mapa da Região Metropolitana de Campinas contendo a localização do município de Sumaré-SP..... 050

Figura 4.2 - Localização das vias com as estações experimentais no município..... 051

Figura 4.3 - Localização do ponto P1..... 055

Figura 4.4 - Localização do ponto P2..... 055

Figura 4.5 - Localização do ponto P3..... 056

Figura 4.6 - Localização do ponto P4..... 056

Figura 4.7 - Localização do ponto P5..... 056

Figura 4.8 - Localização do ponto P6..... 056

Figura 4.9 - Localização dos pontos P7, P8 e P9..... 057

Figura 4.10 - Mapa 1 – Localização dos pontos 1 e 2..... 058

Figura 4.11 - Mapa 2 – Localização dos pontos 3 e 4..... 059

Figura 4.12 - Mapa 3 – Localização dos pontos 5 e 6..... 060

Figura 4.13 - Mapa 4 – Localização dos pontos 7, 8 e 9..... 061

Figura 4.14 - Identificação das faixas de pintura aplicadas em cada ponto de ensaio..... 063
Figura 4.15 - Máquina de deslocamento manual (não autopropelida)..... 063
Figura 4.16 - Coleta das amostras de filme de pintura para medição da espessura de filme úmido com medidor tipo pente..... 064
Figura 4.17 - Foto do lado maior da placa de amostra..... 064
Figura 4.18 - Foto do lado menor da placa de amostra..... 064
Figura 4.19 - Leitura de filme seco..... 065
Figura 4.20 - Desenho da placa de amostra de pintura..... 065
Figura 4.21 - Ilustração do conjunto para captura das fotos..... 067
Figura 4.22 - Ilustração da altura de captura das imagens..... 067
Figura 4.23 - Caracterização da altura de captura das imagens..... 067
Figura 4.24 - Exemplo de imagens contidas no banco de dados..... 068
Figura 4.25 - Foto 014, Classificação 5..... 070
Figura 4.26 - Foto 130, Classificação 4..... 070
Figura 4.27 - Foto 271, Classificação 3..... 070
Figura 4.28 - Foto 325, Classificação 2..... 070
Figura 4.29 - Foto 343, Classificação 1..... 070
Figura 4.30 - Foto 328, Classificação 0..... 070
Figura 4.31 - Mapa 1, Ponto 1, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 073
Figura 4.32 - Mapa 1, Ponto 1, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 075
Figura 4.33 - Mapa 1, Ponto 2, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 076
Figura 4.34 - Mapa 1, Ponto 2, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 077
Figura 4.35 - Mapa 2, Ponto 3, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 078
Figura 4.36 - Mapa 2, Ponto 3, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 079

Figura 4.37 - Mapa 2, Ponto 4, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 080
Figura 4.38 - Mapa 2, Ponto 4, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 082
Figura 4.39 - Mapa 3, Ponto 5, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 083
Figura 4.40 - Mapa 3, Ponto 5, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 085
Figura 4.41 - Mapa 3, Ponto 6, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 086
Figura 4.42 - Mapa 3, Ponto 6, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 087
Figura 4.43 - Mapa 4, Ponto 7, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 089
Figura 4.44 - Mapa 4, Ponto 7, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 090
Figura 4.45 - Mapa 4, Ponto 8, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 091
Figura 4.46 - Mapa 4, Ponto 8, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 093
Figura 4.47 - Mapa 4, Ponto 9, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 094
Figura 4.48 - Mapa 4, Ponto 9, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo..... 095
Figura 4.49 - Durabilidade das tintas utilizadas no experimento de campo..... 105
Figura 4.50 - Ponto 5 - Data: 02 de Agosto de 2010..... 110
Figura 4.51 - Ponto 5 - Data: 26 de Maio de 2012..... 110
Figura 4.52 - Classificações possíveis conforme tabela 4.5..... 110
Figura 4.53 - Padrão de imagens fornecidas para os testes..... 115
Figura 4.54 - Formulário para classificação de imagens..... 116
Figura 4.55 - Exemplo típico de gráfico *Box-plot*..... 122

Figura 4.56 - Distribuição dos quartis - foto 142..... 123
Figura 4.57 - Gráfico referente à classificação obtida para as imagens de 05 a 41..... 124
Figura 4.58 - Gráfico referente à classificação obtida para as imagens de 55 a 121..... 124
Figura 4.59 - Gráfico referente à classificação obtida para as imagens de 125 a 182..... 125
Figura 4.60 - Gráfico referente à classificação obtida para as imagens de 185 a 255..... 125
Figura 4.61 - Gráfico referente à classificação obtida para as imagens de 257 a 324..... 126
Figura 4.62 - Gráfico referente à classificação obtida para as imagens de 328 a 378..... 126
Figura 4.63 - Novo teste baseado na tabela 4.34..... 129
Figura B.1 - Exemplo retirado do ensaio da mancha de areia sobre o pavimento..... 166

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 2.1 - Comparativo de custo por m^2 de alguns tipos de materiais utilizados em sinalização horizontal..... 015

Tabela 2.2 - Fatores considerados para seleção de materiais de sinalização horizontal..... 025

Tabela 2.3 - Tabela classificatória conforme o desgaste..... 032

Tabela 3.1 - Variáveis identificadas nos locais do estudo e simbologia atribuída..... 045

Tabela 4.1 - Variáveis identificadas em cada local escolhido..... 053

Tabela 4.2 - Comparativo entre os requisitos quantitativos de tintas à base de resina acrílica..... 062

Tabela 4.3 - Cronologia de coleta das imagens..... 066

Tabela 4.4 - Identificação de informações contidas no Banco de Dados..... 068

Tabela 4.5 - Tabela classificatória conforme o desgaste – critérios para análise de visibilidade diurna..... 069

Tabela 4.6 - Condições típicas do Ponto 1, Faixa 1..... 072

Tabela 4.7 - Condições típicas do Ponto 1, Faixa 2..... 074

Tabela 4.8 - Condições típicas do Ponto 2, Faixa 1..... 075

Tabela 4.9 - Condições típicas do Ponto 2, Faixa 2..... 076

Tabela 4.10 - Condições típicas do Ponto 3, Faixa 1..... 077

Tabela 4.11 - Condições típicas do Ponto 3, Faixa 2..... 079

Tabela 4.12 - Condições típicas do Ponto 4, Faixa 1..... 080

Tabela 4.13 - Condições típicas do Ponto 4, Faixa 2..... 081

Tabela 4.14 - Condições típicas do Ponto 5, Faixa 1..... 082

Tabela 4.15 - Condições típicas do Ponto 5, Faixa 2..... 084

Tabela 4.16 - Condições típicas do Ponto 6, Faixa 1..... 085

Tabela 4.17 - Condições típicas do Ponto 6, Faixa 2..... 086

Tabela 4.18 - Condições típicas do Ponto 7, Faixa 1..... 088
Tabela 4.19 - Condições típicas do Ponto 7, Faixa 2..... 089
Tabela 4.20 - Condições típicas do Ponto 8, Faixa 1..... 090
Tabela 4.21 - Condições típicas do Ponto 8, Faixa 2..... 092
Tabela 4.22 - Condições típicas do Ponto 9, Faixa 1..... 093
Tabela 4.23 - Condições típicas do Ponto 9, Faixa 2..... 094
Tabela 4.24 - Durabilidade encontrada para cada tipo de tinta e seu respectivo ponto de estudo. 097
Tabela 4.25 - Tabela origem contendo 90 imagens selecionadas aleatoriamente do banco de dados, via software - ordem sequencial..... 112
Tabela 4.26 - Teste 1 contendo as 90 imagens da tabela origem em sequência aleatória 1... 113
Tabela 4.27 - Teste 2 contendo as 90 imagens da tabela origem na sequência aleatória 2.... 113
Tabela 4.28 - Dados compilados das imagens compreendidas entre 05 e 41..... 119
Tabela 4.29 - Dados compilados das imagens compreendidas entre 55 e 121..... 119
Tabela 4.30 - Dados compilados das imagens compreendidas entre 125 e 182..... 120
Tabela 4.31 - Dados compilados das imagens compreendidas entre 185 e 255..... 120
Tabela 4.32 - Dados compilados das imagens compreendidas entre 257 e 324..... 121
Tabela 4.33 - Dados compilados das imagens compreendidas entre 328 e 378..... 121
Tabela 4.34 - Novo padrão de reclassificação de imagens..... 128
Tabela 4.35 - Novo padrão proposto – Imagens de 005 a 121..... 130
Tabela 4.36 - Novo padrão proposto – Imagens de 125 a 255..... 130
Tabela 4.37 - Novo padrão proposto – Imagens de 257 a 378..... 130
Tabela 4.38 - Imagens que permaneceram com classificação diferente..... 131
Tabela 4.39 - Dados compilados dos testes - Imagens compreendidas entre 05 e 75..... 133
Tabela 4.40 - Dados compilados dos testes - Imagens compreendidas entre 83 e 216..... 134
Tabela 4.41 - Dados compilados dos testes - Imagens compreendidas entre 237 e 378..... 135
Tabela A.1 - Resultados Compilados do Teste 1..... 158
Tabela A.2 - Resultados Compilados do Teste 2..... 161
Tabela B.1 - Classificação da macrotextura superficial do revestimento..... 167
Tabela B.2 - Dados obtidos no ensaio da mancha de areia..... 170
Tabela B.3 - Classificação obtida da macrotextura dos locais de ensaio..... 167

Tabela C.1 - Leituras de espessuras de filme seco, realizadas com micrômetro..... 174
Tabela C.2 - Resultados obtidos para leituras de filmes úmido e seco..... 178
Tabela D.1 - Banco de dados de imagens..... 182
Tabela D.2 - Classificação das imagens pelo autor quanto ao desgaste..... 184

LISTA DE EQUAÇÕES

		Página
Equação 4.1	Cálculo da espessura de filme seco em milímetros.....	065
Equação B.1	Cálculo da profundidade média da macrotextura.....	167

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	*American Society for Testing and Materials*
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CCP	Concreto de Cimento Portland
CET-SP	Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DERSA	Desenvolvimento Rodoviário S/A
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EUA	Estados Unidos da América
FHWA	*Federal Highway Administration*
IPR	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
IRF	*International Road Federation*
ISO	*International Organization for Standardization*
M.U.	Movimento Uniforme
MUTCD	Manual on Uniform Traffic Control Devices
NCHRP	*National Cooperative Highway Research Program*
NTPEP	*National Transportation Product Evaluation Program*
ONU	Organização das Nações Unidas
SNT	Sistema Nacional de Trânsito
TRB	*Transportation Research Board*
TRR	*Transportation Research Record*
USD	*United States Dolar*

UNECE	*United Nations Economic Commission for Europe*
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
VDM	Volume Diário Médio
VOC	*Volatile Organic Compounds*

SUMÁRIO

		Página
1	**INTRODUÇÃO**	001
1.1	**Apresentação**	001
1.2	**Objetivos**	005
1.3	**Justificativa**	006
1.4	**Estrutura do trabalho**	007
2	**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O TEMA**	009
2.1	**Materiais utilizados em sinalização horizontal**	009
2.1.1	Tintas	011
2.1.2	Massas plásticas ou termoplásticos	013
2.1.3	Massas plásticas de dois componentes ou plásticos aplicáveis a frio	014
2.1.4	Películas pré-fabricadas ou pré-formados	015
2.2	**Durabilidade da sinalização horizontal – um breve resumo histórico**	016
2.3	**Síntese do material pesquisado**	039
3	**METODOLOGIA DA PESQUISA**	043
4	**APRESENTAÇÃO DO EXPERIMENTO DE CAMPO E DOS CRITÉRIOS PROPOSTOS PARA AVALIAÇÃO DE DESGASTE DA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL REALIZADA COM TINTAS**	049
4.1	**Considerações iniciais**	049
4.2	**Caracterização do experimento de campo**	055
4.3	**Apresentação e análise dos resultados obtidos pela avaliação do autor**	072
4.3.1	Avaliação individual por ponto e por faixa:	072
4.3.2	Avaliação comparativa entre pontos do estudo	096
4.3.3	Síntese dos resultados obtidos para os pontos de P1 a P9	107
4.4	**Avaliação e validação dos critérios utilizados pelo autor**	110
4.5	**Apresentação da pesquisa avaliativa de desgaste da sinalização horizontal com tintas em vias urbanas**	111
4.6	**Análise geral dos dados apresentados nos gráficos das figuras de 4.57 a 4.62**	127
5	**CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS**	137
5.1	**Conclusões relativas à pesquisa bibliográfica**	137
5.2	**Conclusões relativas ao ensaio de campo**	140
5.3	**Conclusões relativas ao método proposto inicialmente pelo autor (6 classes)**	141
5.4	**Conclusões relativas ao método simplificado (2 classes).**	142
5.5	**Sugestões para futuras pesquisas**	143
	BIBLIOGRAFIA	145

Apêndice A - Resultados compilados dos testes..... 157
Apêndice B - Ensaio da Mancha de Areia..... 165
Apêndice C - Leituras de filmes úmido e seco..... 171
Apêndice D - Banco de dados de imagens do experimento de campo..... 181

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação

A sinalização horizontal, bem como a preocupação com a utilização de materiais mais duráveis, tornou-se foco de atenção em nível internacional, logo após a 2ª Guerra Mundial. Desde então, vários pesquisadores, órgãos e organismos rodoviários internacionais iniciaram estudos com o objetivo de obter um melhor rendimento da sinalização horizontal.

Na América do Norte e no continente europeu, estudos foram realizados desde então e apontaram a preocupação com a avaliação da vida útil da sinalização. Tais estudos basearam-se em diversos quesitos de avaliação de desgaste, sendo predominantes aqueles que avaliam a variação da retrorrefletividade e o percentual de película de pintura remanescente sobre o pavimento. Na maioria dos casos, ambos os quesitos são considerados.

O Brasil possui como marco significativo na área de trânsito o Código de Trânsito Brasileiro – CTB, aprovado em 23 de setembro de 1997, o qual dentre muitas inovações, introduziu o conceito da municipalização do trânsito. Assim, os municípios passaram a integrar o Sistema Nacional de Trânsito – SNT e, dessa forma, assumiram direitos e deveres sobre a gestão do trânsito municipal.

As naturais dificuldades iniciais relativas à implantação do CTB (1997) foram superadas por parte dos órgãos e entidades de trânsito federais, estaduais e municipais desde então, porém, ainda, nos dias atuais há muitos desafios a serem vencidos.

Dentre os atuais 5565 municípios brasileiros, a grande maioria pode ser considerada de pequeno e médio porte (até 600.000 habitantes). Atualmente, inúmeros são os problemas que esses municípios enfrentam pela falta de planejamento a que foram submetidos durante longos anos. Os problemas crônicos, aliados à escassez de recursos, sejam eles financeiros ou de pessoal, vêm ainda mais agravar a situação.

Segundo Paiva& Pestana (2006), o sistema de trânsito e, por consequência, as sinalizações viárias demandam recursos que, na grande maioria dos municípios brasileiros, atingem a ordem de 2 a 3% do orçamento bruto. Desses municípios, podem-se considerar que cerca de 90 a 95% são classificados como sendo de pequeno e médio porte e, quase sempre, não dispõem de recursos técnicos para uma adequada gestão do trânsito urbano, e consequentemente, à sinalização horizontal aplicada.

De maneira geral, o sistema viário urbano dos municípios reflete muitas vezes cenários caóticos, apresentando ruas esburacadas e intransitáveis, com projetos geométricos equivocados, pavimentos mal dimensionados estruturalmente e com ausência de manutenção.

A sinalização urbana quando existente é mal projetada e de péssima qualidade, possuindo na grande maioria das vezes durabilidade sofrível.Os responsáveis pelo sistema viário desses municípios, geralmente possuem cargo político e não possuem formação técnica na área. Muitas vezes também não possuem equipe técnica capacitada para fornecer-lhes suporte, o que facilita a contratação de obras com os mais variados tipos de problemas, resultando em contratações onerosas, de baixa qualidade e pouco duradouras.

O somatório dos inúmeros problemas apontados remete à situação atual, ou seja, municípios de pequeno e médio porte apresentando congestionamentos, um crescente aumento dos indicadores de acidentes com vítimas fatais, leitos hospitalares sendo ocupados com vítimas de acidentes de trânsito quando poderiam ser disponibilizados para outros tipos de pacientes, dentre outros problemas não menos graves.

A questão é de tal importância que a Organização das Nações Unidas - ONU lançou a *UN Decadeof Action for roadsafety*, (IRF, 2011) com ênfase especial nos sistemas de segurança viária e na redução das vítimas de acidentes de trânsito.

Além dos problemas e as necessidades apontadas, existem ainda outras questões técnicas a serem estudadas, compreendidas e aperfeiçoadas. Preliminarmente, elaborando-se uma rápida observação crítica sobre o estado de conservação da sinalização horizontal implantada nas vias urbanas, pode-se verificar que alguns elementos naturais ao clima, aliados às características da via e ao tráfego de veículos, atuam sobre essas sinalizações, causando o desgaste acelerado ou pontual, devido a possíveis ações de frenagens, aceleração, desaceleração, tipo de tráfego (comercial ou de passeio), intemperismo, aclive, declive, sujeira, características dos materiais, qualidade dos serviços de pintura, dentre outros. As figuras de 1.1 a 1.4 apresentam sinalizações horizontais com desgaste atípico do esperado.



Figura 1.1 – Faixa de pedestres em uma via do município de Araraquara-SP, com desgaste desigual.



Figura 1.2 – Faixa de pedestres em uma via do município de Araraquara-SP com desgaste nas trilhas de roda onde os veículos executam movimento curvilíneo.

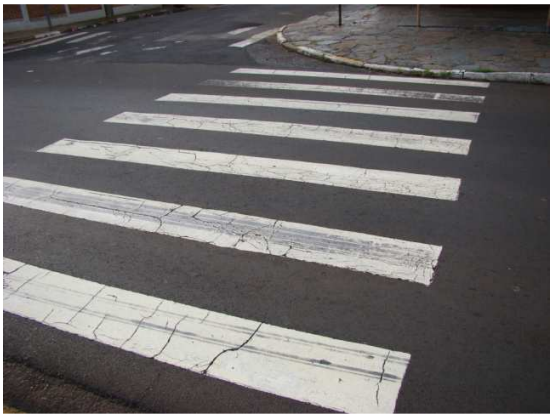


Figura 1.3 – Faixa de pedestres em uma via do município de Araraquara-SP sem desgaste anormal no trecho onde existe movimento retilíneo dos veículos.



Figura 1.4 – Sinalização horizontal comumente encontrada em estacionamentos cobertos e não exposta ao intemperismo, porém com desgaste desigual.

Recentemente, Gaspar (2012) citou a importância de utilização do ciclo de vida de uma obra de infraestrutura e a necessidade de utilização de novas metodologias e métodos de engenharia, adaptando-as com o objetivo de simplificar o processo de concepção, evitando assim atividades excessivas em rodovias.

Asdrubali *et. al.* (2012) realizaram um experimento no município de Perugia – Itália cujo objetivo foi apresentar um método de verificação da qualidade dos serviços de sinalização horizontal para utilização pelo município.

O experimento apresentou, ao final, uma matriz contendo figuras vermelhas ou verdes, as quais serviram de parâmetro para se avaliar a qualidade do serviço executado. As figuras vermelhas indicaram serviços de qualidade inferior à requerida. De maneira análoga, as figuras verdes indicaram serviços de qualidade aceitável.

A revisão bibliográfica do presente trabalho apontou que existe ainda carência e muitas indefinições tanto em nível nacional quanto no internacional, relativamente aos critérios de avaliação da durabilidade da sinalização horizontal em vias urbanas, quando submetida a ações variadas de tráfego, características das vias, intempéries, condições climáticas, dentre outros critérios.

As pesquisas científicas desenvolvidas por universidades em conjunto com órgãos de transporte, apresentam métodos matemáticos e estatísticos de avaliação preditiva da vida útil da sinalização de difícil aplicação no dia a dia dos municípios de pequeno e médio porte brasileiros.

Baseado nesses pressupostos, entende-se que fica clara a necessidade urgente do desenvolvimento de sistemas e ferramentas de gerenciamento, permitindo uma melhor aplicabilidade dos escassos recursos disponíveis para os municípios de pequeno e médio porte brasileiros. Igualmente, deve haver um acompanhamento da qualidade dos serviços técnicos desenvolvidos por esses municípios, visando a fornecer elementos facilitadores do planejamento e da manutenção da sinalização viária urbana ao longo do tempo.

1.2. Objetivos

Pelo exposto, o presente trabalho pretende apresentar e testar um método visual para avaliação do desgaste da sinalização em vias urbanas de municípios de pequeno e médio porte brasileiros, sendo para tanto escolhida como base uma adaptação do método adotado no Reino Unido pela facilidade de utilização.

Devido à complexidade de utilização dos equipamentos envolvidos e à carência de maiores definições normativas brasileiras sobre o quesito retrorrefletividade voltado à área urbana, o método testado tem como foco a avaliação visual do desgaste da sinalização viária urbana, considerando o percentual de filme de pintura que permaneceu intacto sobre o pavimento, sendo aplicável para avaliação da visibilidade diurna da sinalização.

Pretende-se, ainda, avaliar a percepção visual do cidadão (pedestre ou motorista) e de funcionários municipais responsáveis pela gestão da sinalização urbana, relativamente ao desgaste da sinalização horizontal imposto pelo tráfego urbano.

1.3. Justificativa

A importância da segurança viária e da elevada taxa de mortalidade em acidentes viários levou a ONU em 2010 a eleger a Década 2011-2020 como o período para que todos os países constituintes promovam medidas para diminuição dos acidentes e mortes no tráfego como um elemento a mais na preservação da vida humana (ONU, 2010).

Em face disso, o Banco Mundial promoveu a publicação do *Safe Roads for Development – A policy framework for safe infraestructure on major road transport networks*, no qual Gonzalez (2010) sob o título *We need simple, affordable safety features. These interventions are as effective as vacines*, destaca que simples intervenções viárias, como por exemplo, a sinalização horizontal é fundamental na definição da via e na sua utilização de forma segura.

Em nível nacional, o padrão de sinalização e a sua manutenção são tão diferenciados na malha rodoviária brasileira, que o item sinalização e seu estado de conservação é parâmetro contido há vários anos no Relatório de Pesquisa CNT de Rodovias 2011 (CNT,2011) em que a manutenção e a conservação desse item são avaliadas.

Esse trabalho enquadra-se na problemática da segurança viária, mais especificamente o estado de conservação da sinalização horizontal no meio urbano.

Devido à carência de ferramentas adequadas às reais necessidades de municípios de pequeno e médio porte brasileiros, o presente trabalho visa testar a aplicação de uma avaliação visual da sinalização horizontal com tintas de baixo custo e simples compreensão, com a finalidade de auxiliar os profissionais técnicos dos municípios na correta análise e planejamento da sinalização horizontal em vias urbanas.

1.4. Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos e cinco apêndices.

Inicia-se com o capítulo 1 já apresentado. Na sequência, um balanço geral da revisão da literatura existente em nível nacional e internacional é apresentado no capítulo 2 – Revisão bibliográfica sobre o tema. O capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada; o capítulo 4 apresenta em detalhes o experimento de campo realizado nas vias urbanas do município de Sumaré-SP, fornecendo os dados necessários para a correta compreensão do estudo, bem como a análise dos resultados obtidos. O capítulo 5 apresenta as conclusões obtidas pelo presente estudo e sugestões para futuras pesquisas.

Os detalhes complementares para o entendimento do experimento de campo são apresentados nos apêndices de A a D. O apêndice A apresenta o resultado compilado dos testes aplicados à amostra populacional. O apêndice B apresenta os resultados obtidos no ensaio da mancha de areia. O apêndice C apresenta os resultados da leitura dos filmes seco e úmido de tinta depositado sobre o pavimento nos locais do experimento; já no apêndice D, pode ser visualizado o banco de dados de imagens coletadas no experimento de campo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O TEMA

2.1. Materiais utilizados em sinalização horizontal

Conforme cita a Resolução 236 (2007) do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), sinalização horizontal é um subsistema da sinalização viária composta de marcas, símbolos e legendas, apostos sobre o pavimento da pista de rolamento, cuja finalidade é fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados de modo a aumentar a segurança e fluidez do trânsito, ordenar o fluxo de tráfego, analisar e orientar os usuários da via.

A sinalização horizontal possui a propriedade de transmitir mensagens aos condutores e pedestres, possibilitando sua percepção e entendimento, sem desviar a atenção do leito da via, devendo, portanto, ser reconhecida e compreendida por todo usuário, independentemente de sua origem ou da frequência com que utiliza a via, bem como possuir visibilidade diurna e noturna.

Segundo a NBR 7396 (2011), a sinalização horizontal classifica-se quanto à sua visibilidade noturna como retrorrefletiva ou não retrorrefletiva.

A sinalização é retrorrefletiva quando são adicionadas adequadamente ao material microesferas ou esferas de vidro, que atuam como lentes para coletar e concentrar a luz emitida pelo farol do veículo, devolvendo-a aos olhos do motorista, tornando a sinalização mais visível no período noturno.

Esse fenômeno é conhecido como retrorrefletividade e tem como unidade de medida o $mcd.lux^{-1}.m^{-2}$.

O aparelho utilizado para medir retrorrefletividade é o retrorrefletômetro, cujas características técnicas e valores aceitáveis de leitura são definidos pela ABNT através da NBR 14723 (2005).

Basicamente, o princípio de medição do aparelho baseia-se na emissão de um feixe de luz (emissor) sobre a superfície pintada e avalia através do receptor a reflexão da luz proveniente da ação das microesferas de vidro, conforme figura 2.1.

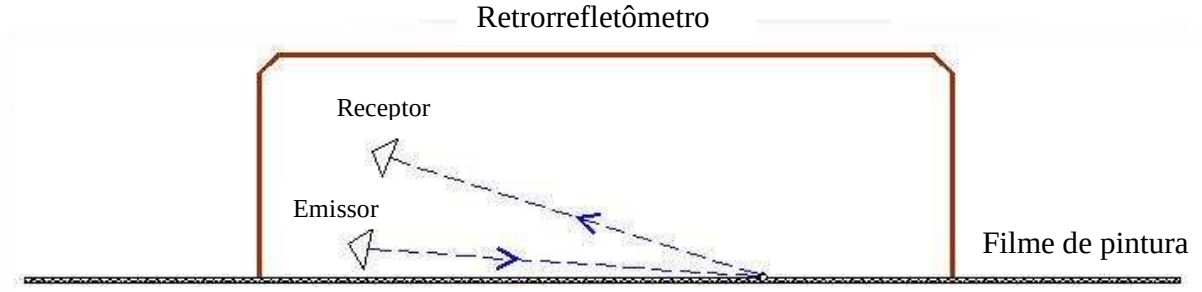


Figura 2.1 – Princípio de funcionamento de um retrorrefletômetro.

A Resolução 236 (2007) do CONTRAN considera os principais materiais utilizados em sinalização horizontal tais como: tintas, massas termoplásticas, massas plásticas de dois componentes, plásticos aplicáveis a frio e películas pré-fabricadas.

Para escolha do material mais apropriado, em determinada situação, devem ser considerados os seguintes fatores: natureza do projeto (provisório ou permanente), volume e classificação do tráfego, qualidade e vida útil do pavimento, frequência de manutenção, dentre outros.

A seguir são apresentadas as principais características dos materiais citados.

2.1.1. Tintas

As tintas são composições líquidas constituídas por veículos (resinas e solventes), partículas sólidas (cargas e pigmentos) e aditivos. Podem ser de um ou dois componentes (bicomponentes).

As tintas de um componente são aquelas formuladas à base de resinas acrílicas, vinílicas, estireno butadieno, estireno acrilato e alquídicas. Exemplos de tintas de dois componentes são aquelas formuladas à base de resinas epóxi e poliuretano (PESTANA, 2002).

Conforme cita Pestana (2002), as tintas caracterizam-se ainda por serem aplicadas pelo processo manual (rolos ou pistolas manuais) e por processo mecânico (aspergida). A aplicação pelo processo manual produz baixo rendimento e deficiência no controle de qualidade pela dificuldade de se controlar a espessura do filme de pintura aplicado.

O processo mecânico produz um maior rendimento do serviço, aumentando a produção da equipe de sinalização. Dentre os tipos de tinta mais conhecidos, as tintas de um componente, mais especificamente as tintas formuladas à base de resina acrílica são as mais comumente utilizadas em municípios de pequeno e médio porte pelo baixo custo de implantação inicial, o qual se dá devido aos seguintes fatores: baixo custo dos materiais envolvidos, baixo custo de maquinário envolvido se comparado aos demais produtos e pela sua facilidade de aplicação.

Ainda em relação às tintas, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) normatizou três tipos que são:

a. Tinta à base de resina acrílica - NBR 11862 (1992);
b. Tinta com resina livre - NBR 12935 (1993);
c. Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água - NBR 13699 (1996).

A seguir os três tipos de tinta são apresentados sucintamente.

a. Tinta à base de resina acrílica

Segundo Paiva & Pestana (2006), as tintas formuladas à base de resina acrílica são as mais utilizadas em municípios de pequeno e médio porte devido a sua facilidade de aplicação, aliada ao baixo custo. A norma NBR 11862 (1992) estabeleceu os requisitos qualitativos e quantitativos para esse tipo de tinta, sendo que alguns organismos rodoviários, tais como Desenvolvimento Rodoviário S.A. (DERSA), o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), o Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER-SP), além da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET-SP) desenvolveram suas respectivas especificações técnicas, resultando na disponibilidade de variações desse tipo de produto no mercado nacional. São exemplos de tintas formuladas à base de resina acrílica as tintas padrão DER 3.16, DER 3.09, EM-368/97-DNIT, DERSA OP0621 e ET-SH-02(CET/SP).

b. Tinta com resina livre

As tintas formuladas à base de resina livre caracterizam-se por apresentar requisitos quantitativos inferiores às tintas formuladas à base de resina acrílica. A ABNT normatizou este tipo de tinta através da NBR 12935 (1993).

c. Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água

Normatizada pela NBR 13699 (1996), neste tipo de tinta a maior parte do solvente é água e, portanto, existe durante o procedimento de secagem uma menor emissão de compostos orgânicos voláteis (*VOC – Volatile Organic Compounds*) para a atmosfera, tornando-as de menor toxicidade. Em relação ao controle de serviços de sinalização horizontal, os procedimentos para execução da demarcação e avaliação bem como critérios de aceitação desse tipo de sinalização são estabelecidos pela NBR15406 (2006).

As tintas, de maneira geral, conforme Pestana (2002) possuem como principais características relevantes o baixo custo inicial de implantação conforme demonstra a tabela 2.1. Elas possuem também facilidade de aplicação se comparadas aos demais tipos de sinalização, sendo por esse motivo, largamente utilizadas por municípios de pequeno e médio porte.

2.1.2. Massas plásticas ou termoplásticos

O material termoplástico constitui-se de uma mistura em proporções convenientes de ligantes, partículas granulares como elementos inertes, pigmentos e seus agentes dispersores, microesferas de vidro e outros componentes que propiciem ao material as qualidades que venham a atender a finalidade a que se destina. Quanto às formas de aplicação, podem ser aplicados por extrusão ou aspergidos.

Nos termoplásticos, aplicados por extrusão, o material é aquecido para aplicação em temperaturas compatíveis com seu ponto de fusão e sua deposição sobre o pavimento se dá por dispositivos extrusores manuais ou mecânicos conhecidos como sapatas.

Esse tipo de sinalização é especificado pela norma NBR 13132 (1994). Já na aplicação por aspersão, o material também é aquecido até atingir seu ponto de fusão, sendo então pulverizado sobre o pavimento por projeção pneumática e/ou mecânica. A NBR 13159 (1994) especifica esse tipo de sinalização.

Dependendo da forma de aplicação, podem-se obter espessuras de material depositado sobre o pavimento de 1,5mm (aspergidos) conforme NBR 13159 (1994) e 3,0mm (extrudados) conforme NBR 13132 (1994).

Existem ainda os termoplásticos executados em alto relevo, sendo que esse tipo de sinalização caracteriza-se pelo acabamento, apresentando ressaltos e depressões. A NBR 15543(2007) normatiza esse tipo de sinalização. Ainda no tocante às características dos materiais termoplásticos, a norma NBR 15482 (2007) apresenta os ensaios necessários para garantia da qualidade desse tipo de material.

Os equipamentos utilizados para serviços executados com termoplásticos caracterizam-se por possuírem fusores (pequenas caldeiras) que são utilizadas para aquecimento do material termoplástico antes de sua aplicação. A norma NBR 15402 (2006) especifica os requisitos relativos aos serviços realizados com materiais termoplásticos.

Devido às características apresentadas, esse tipo de sinalização possui ainda como principais características o alto custo inicial de implantação, necessidade de mão de obra especializada, equipamentos especiais e maior longevidade se comparado às tintas, devido à possibilidade de obtenção de espessuras de filme maiores. Apesar de municípios de pequeno e médio porte utilizarem frequentemente algum tipo de termoplástico para demarcação viária, seu uso ainda é pequeno se comparado às tintas (PESTANA,2002).

2.1.3. Massas plásticas de dois componentes ou plásticos aplicáveis a frio

Este tipo de material é normatizado através da NBR 15870 (2010).

Conforme o documento normativo, os plásticos aplicáveis a frio são misturas bicomponentes ou tricomponentes formulados à base de resinas metacrílicas reativas, cargas minerais, pigmentos, aditivos e microesferas de vidro.

O processo de aplicação é realizado através da mistura entre os componentes, sendo que no momento da mistura ocorre uma reação química que, após o período de cura, resulta no produto final aplicado sobre o pavimento. Com a utilização desse tipo de material, é possível obter-se espessuras de camadas depositadas sobre o pavimento, variando de 0,3mm até 7,0mm. Tais espessuras estão relacionadas ao tipo de acabamento e ao processo de aplicação.

Quanto a sua forma de aplicação, os plásticos a frio podem ser aplicados pelo processo manual (rolos ou pistolas manuais de 2 bicos) ou mecânico (extrusão ou aspersão).

Na aplicação pelo processo mecânico ou através de pistolas manuais, é necessária a utilização de equipamentos especiais tais como equipamentos com sistema de pressurização tipo [1]*airless*, controle automático da mistura, tanques independentes para cada componente, mistura do material na saída das pistolas, sistema de limpeza automático, pistolas de 2 bicos, dentre outros.

[1] Equipamentos *airless* caracterizam-se por não possuírem tanque de ar pressurizado, injetando o material diretamente para a pistola de aplicação.

2.1.4. Películas pré-fabricadas ou pré-formados

Também conhecidos como laminado elastoplástico, este tipo de material é normatizado através da NBR 15741 (2009). Trata-se de filmes, películas ou fitas constituídos por resinas, partículas sólidas (cargas, pigmentos e microesferas de vidro) e aditivos fornecidos em espessuras definidas por ocasião da fabricação. São utilizados em faixas de pedestres, legendas ou símbolos, linha de demarcação e outros. Sua aplicação é feita manualmente, através da colagem da película sobre pavimento. As películas normalmente são fabricadas em espessuras fixas, sendo encontradas no mercado nacional em várias cores (branco, amarelo, vermelho, verde, azul, preto, cinza e outras sob encomenda). A tabela 2.1 apresenta um quadro resumo comparativo de custo entre os principais materiais utilizados em sinalização horizontal.

Tabela 2.1 – Comparativo de custo por m^2 de alguns tipos de materiais utilizados em sinalização horizontal.

Tipo de material	**Espessura úmida em mm**	**Rendimento aproximado**	**Custo de implantação (material e mão de obra) em USD por m^2 de sinalização***
Tinta resina acrílica - aspergida	0,60	30 m^2/balde	USD 6.00
Termoplástico - aspergido	1,50	3 kg/m^2	USD 15.00
Termoplástico - extrudado	3,00	6 kg/m^2	USD 25,00
Plástico a frio liso - aspergido	1,50	3,5 kg/m^2	USD 25,00
Plástico a frio estrutura - aspergido	3,00	2,2 kg/m^2	USD 45,00
Fonte: Prefeitura Municipal de Sumaré-SP * Cotação do dólar americano (USD) em 18 de Maio de 2012: 1.00 USD = 2,00 BRL			

2.2. Durabilidade da sinalização horizontal – um breve resumo histórico

Ao longo do tempo, a preocupação com a durabilidade da sinalização tornou-se cada vez mais evidente e crescente. De acordo com Schwab (1999), finda a 2ª Guerra Mundial e com os países europeus em reconstrução, iniciou-se uma preocupação com a durabilidade da sinalização implantada. Conforme cita Schwab (1999), "Desejavam-se materiais de sinalização horizontal que suportassem melhor o desgaste, porém faltava matéria prima para a fabricação de tintas".

No ano de 1973, uma síntese sobre práticas de demarcação viária realizada com agências de transporte americanas estava interessada em identificar materiais mais duráveis e de menor custo. (BOLLEN, 1973).

Mais tarde, em 1988, a *American Society for Testing and Materials* (ASTM) publicou a norma ASTM - D913-88 (2010), a qual define um procedimento para análise quanto ao desgaste da sinalização, quando em serviço, utilizando para isso padrões fotográficos para avaliação comparativa. O mesmo procedimento foi reaprovado pela entidade no ano de 2010. O procedimento citado apresentou um método avaliativo baseado na comparação de padrões de filme que são representados através de imagens, contendo percentuais de cobertura remanescente de sinalização sobre o pavimento. Por esse método, os percentuais de áreas não cobertas representam o descolamento do filme de pintura da superfície do pavimento e são então considerados como falhas. Trata-se de uma análise comparativa visual.

No ano de 1996, foi publicada a ASTM D4505-96 (2005) a qual buscou atender aos requisitos de materiais pré-formados retrorrefletivos (termoplásticos) brancos e amarelos. Dentre alguns aspectos comentados, o documento cita que o material, quando aplicado à superfície do pavimento, pode apresentar vida útil normalmente maior do que 1 ano, dependendo do VDM – Volume Diário Médio do tráfego; aponta também a necessidade de realização de testes de conformidade para verificação de cores, dimensões, retrorreflexão, adesão, resistência ao deslizamento, durabilidade e resistência ao desgaste.

Em 1997, a ASTM publicou a norma E1710-97 (2011), a qual foi posteriormente atualizada em 2011. Trata-se de um método de testes para mensurações de propriedades retrorrefletivas dos materiais de sinalização horizontal, contendo esferas de vidro através do retrorrefletômetro portátil com geometria de leitura e iluminação pré-definida. O método citado foi desenvolvido para aplicação em campo, porém, podendo ser utilizado em laboratório para amostras de materiais.

Posteriormente, no ano de 1998, a mesma ASTM publicou a primeira versão da norma ASTMD713-98 (2004), a qual apresentou um procedimento para avaliação acelerada sobre a retenção de microesferas e características de resistência ao desgaste da sinalização viária horizontal. O procedimento citado sugere a aplicação de faixas de teste sobre a superfície do pavimento com aproximadamente 100 mm na largura e aplicadas transversalmente na via em locais com tráfego moderado e com fluidez, isentos de frenagens bruscas e movimentos curvos. Sugere, ainda, determinadas condições de controle de aplicação dessas faixas, tais como: controle de espessura de filme úmido e seco de pintura e utilização de microesferas de vidro. O documento normativo citado sofreu atualização no ano de 2004.

Dentre os quesitos sugeridos no documento, ressaltam-se os quesitos relativos à durabilidade, visibilidade noturna e avaliação de desempenho, os quais são resumidos brevemente a seguir:

- Durabilidade: é avaliada de acordo com o Método de Teste ASTM D913-10 (2010);

- Visibilidade noturna: deve ser conferida através de medições realizadas sobre as trilhas de rodas, com critérios avaliativos definidos entre 0 (nenhum brilho aparente) e 10;

- Avaliação de durabilidade: realizada através de medições periódicas efetuadas sobre as linhas de teste.

Em síntese, o método ASTM-D713-98 (2004) apresenta um procedimento de aplicação do filme de pintura e de avaliação dos resultados, através de inspeções periódicas em faixas de teste previamente definidas.

Sugere-se, pelo método, o registro de cada inspeção à aparência geral diurna, condições do filme e visibilidade noturna (retrorrefletância), para determinar também a periodicidade na qual as linhas de teste devam ser inspecionadas, além disso, as linhas deverão ser avaliadas até apresentarem falhas, o que define a durabilidade e a vida útil. Por fim, uma vez conhecidas a durabilidade e vida útil e, satisfazendo-se as demais condições de qualidade propostas, o método propõe a avaliação do custo de cada tipo de demarcação.

Já no ano de 1999, Schwab realizou um amplo estudo sobre a resistência ao desgaste e a perda de retrorrefletividade de diferentes tipos de materiais de sinalização quando submetidos às mesmas condições de tráfego em trechos de rodovias no estado de Minas Gerais, Brasil. O estudo baseou-se em ensaios de laboratório e de campo. Nos ensaios de laboratório, foram analisadas as características qualitativas dos materiais de sinalização escolhidos com base nas normas da ABNT vigentes à época.

O trabalho citado analisou também, em laboratório, os aspectos relativos à retrorrefletividade dos materiais, principalmente, a retrorrefletância com diferentes tipos de microesferas de vidro. Os materiais analisados foram termoplásticos extrudados e aspergidos, laminados elastoplásticos e tintas à base de resina acrílica, base solvente e também tintas à base de resina acrílica emulsionadas em água.

Durante a realização do experimento de campo, os materiais foram aplicados sob condições registradas de umidade relativa do ar, temperatura do pavimento e temperatura ambiente. Foram aplicados materiais em trechos de rodovias com pavimentos flexíveis de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) bem como locais com pavimentos rígidos de Concreto de Cimento Portland (CCP). Realizaram-se, durante o experimento, avaliação de desgaste e avaliação da perda de retrorrefletividade durante um período de 300 dias, através da utilização de retrorrefletômetro.

De maneira geral, o trabalho de Schwab (1999) apresentou várias informações e conclusões referentes à retrorrefletividade e desgaste da sinalização, sendo alguns pontos de interesse apresentados a seguir:

- Os materiais aplicados em pavimentos asfálticos (CBUQ) apresentaram menor desgaste do que aqueles aplicados em pavimentos rígidos (CCP);

- No pavimento rígido (CCP), o material que apresentou melhor desempenho foi a tinta acrílica à base de solvente;

- Em sistemas construídos sobre pavimentos flexíveis, apesar das tintas à base de solvente apresentarem um valor de retrorrefletância residual inferior aos demais materiais em estudo, Schwab (1999) considerou o resultado ao final de 300 dias satisfatório para o material;

- Os resultados de retrorrefletividade encontrados em cada instrumento foram constantes e representativos em quaisquer das geometrias ou tipos de instrumentos adotados, mas os valores de retrorrefletância diferiram de um instrumento para outro, pois dependem das características construtivas de cada equipamento bem como da área da amostra.

O trabalho ainda apresentou as seguintes observações:

- Quanto à retrorrefletância: definiu valores mínimos (inicial e residual), sugerindo que o padrão de retrorrefletância inicial não deve ser menor do que 220 mcd/lux/m^2 para demarcações na cor branca, nem menor do que 170 mcd/lux/m^2 para demarcações na cor amarela. Já o padrão de retrorrefletância residual para cores branca e amarela não deve ser menor do que 130 mcd/lux/m^2;

- Quanto ao desgaste: a demarcação deveria ser refeita quando atingisse percentuais menores do que 75% de área remanescente, ou seja, 25% de desgaste em conformidade com o método utilizado para avaliação;

- Quanto aos materiais: os mesmos deveriam ser escolhidos com base no custo x benefício que podem oferecer, considerando-se os fatores de manutenção, retrorrefletância e vida útil, além disso, variáveis que afetem o desempenho da sinalização devem igualmente ser consideradas, tais como volume de tráfego e, em situações específicas, regiões com maior precipitação pluviométrica ou grande formação de neblina;

- Os resultados obtidos indicaram que as tintas acrílicas podem ser cerca de 4 (quatro) vezes mais econômicas do que os termoplásticos e 5 (cinco) vezes mais econômicas do que os elastoplásticos. Concluiu-se que a tinta acrílica à base de solvente foi a que apresentou o melhor custo x benefício. Resultado similar foi obtido para as tintas acrílicas emulsionadas em água, porém, com vantagens a saber: menor tempo de secagem e menor toxicidade;

- Os experimentos foram realizados apenas em rodovias.

Mais tarde, Pestana (2002),apresentou um estudo realizado no município de Sumaré, Estado de São Paulo, Brasil, o qual resultou em uma proposta de especificação técnica de execução de serviços para municípios de pequeno e médio porte brasileiros. Tal especificação teve como objetivo padronizar os materiais para utilização em sinalização horizontal, utilizados em pintura a frio, bem como estabelecer procedimentos de execução de serviços e controle na busca da garantia da qualidade e consequente aumento da durabilidade da sinalização horizontal implantada em municípios de pequeno e médio porte. Além de propor um padrão de tinta para estes municípios, o trabalho citado buscou ressaltar procedimentos de controle qualitativos e quantitativos dos materiais bem como apresentar um método de controle de espessura de filme de pintura seco e úmido, garantindo-se assim a padronização e controle de serviços de pintura horizontal a frio. O método, porém, não propôs nenhum tipo de avaliação do desgaste da sinalização, após sua implantação efetiva no campo.

No mesmo ano, o *Transportation Research Board*– TRB publicou a NCHRP *Synthesis* 306 (2002). Trata-se de uma importante e ampla pesquisa iniciada no ano de 2000 a qual analisou práticas de demarcação de pavimentos em 61 agências de transporte estaduais e municipais nos Estados Unidos e Canadá, além de companhias privadas. Essa publicação compilou as melhores práticas utilizadas à época para gerenciamento da demarcação de pavimentos, identificou também necessidades atuais e necessidades futuras, bem como apontou critérios de seleção de demarcações baseadas nos quesitos de refletividade, vida útil da sinalização, desempenho sob condições molhadas, durabilidade dos materiais, custo, especificações, práticas de execução, formas de inventário, manutenção e controle de qualidade após instalação.

O objetivo geral do estudo foi levantar problemas e apresentar soluções relativas a:

- Verbas disponíveis para sinalização;
- Visibilidade noturna da sinalização sob condições de chuva e neblina;
- Controle de qualidade no momento de instalação da sinalização;
- Redução do tempo de trabalho;
- Melhoria da durabilidade em áreas de remoção de neve;
- Encontrar uma proposta de norma para níveis mínimos de retrorrefletividade;
- Gerenciar um sistema de sinalização horizontal;
- Criar critérios para aceitação de produto e aprovação.

A publicação considerou questionários colhidos em 37 Departamentos Estaduais de Transporte Americanos (*Alabama, Alaska, Arkansas, Califórnia, Colorado, Connecticut, Florida, Georgia, Idaho, Illinóis, Indiana, Iowa, Kansas, Louisiana, Maryland, Mississippi, Montana, Nebraska, New Hampshire, New Jersey, New Mexico, New York, North Carolina, North Dakota, Ohio, Oklahoma, Oregon, Pennsylvania, RhodeIsland, Tennessee, Texas, Utah, Virginia, Washington, West Virginia, Wisconsin*e *Wyoming*); 05 províncias e territórios canadenses (*Alberta Infrastructure, GreatNorthwest, Manitoba, New Brunswick e New Foundland*); 05 condados (*Delaware/Iowa, Franklin/Ohio, Lake/Illinois, Pierce/Washington* e *Oakland/Michigan*); 04 municípios(*Amarillo/Texas, Des Moines/Iowa, Kansas/Missouri* e *Lubbock/Texas*); 08 fabricantes de materiais, equipamentos e distribuidores (*Avery Dennison, Crown Technology II/IIC, Flint Trading Company, Inc., Kelly - Creswell Company, Inc., Master Builders, Inc., M-B Companies, Inc., Potters Industries* e *Swarco Industries*), além de 02 distribuidores e fabricantes de retrorrefletômetros (*Flint Trading Company, Inc. e Mechatronic GMBH*).

O resultado da pesquisa forneceu uma ampla variedade de demandas, opiniões e critérios para tomada de decisão apresentados pelas agências envolvidas.

Foram, então, priorizados basicamente 3 tipos de abordagens sobre o quesito sinalizações horizontais, a saber: especificação de materiais, análise de desempenho e especificações baseadas em garantias.

Dentre as agências, identificou-se que 75% estavam satisfeitas com suas especificações, sendo que muitas delas informaram que recebiam bons materiais, porém, possuíam dúvidas se a aplicação era realizada de maneira correta.

Dessa forma, algumas agências estavam incluindo em seus contratos cláusulas baseadas em desempenho e garantia, exigindo um maior comprometimento dos contratados.

Segundo as agências pesquisadas, o tempo de serviço e o custo das demarcações longitudinais em pavimentos variavam consideravelmente, conforme o tipo do material, porém, para aplicação de materiais mais duráveis seriam necessários funcionários mais capacitados, além de maquinários mais eficientes, portanto, algumas agências optavam por executar os serviços de maneira terceirizada.

Relativamente à especificação de materiais, as agências pesquisadas apontaram, de maneira geral, a utilização de 16 tipos de materiais para demarcações viárias, dentre os quais se destacam as tintas à base de água (utilizadas por 78% das agências) e os materiais termoplásticos (utilizados por 69% das agências). Várias agências utilizavam à época, como sua primeira demarcação, tintas e termoplástico. Em relação à análise de desempenho, foram apontados na pesquisa requisitos e métodos de controle de durabilidade dos materiais utilizados pelas agências de transporte, tanto para o quesito retrorrefletividade quanto para percentual de sinalização remanescente sobre o pavimento, sendo que a maioria das agências pesquisadas utilizava uma combinação dos dois fatores em seus métodos de análise.

Quanto aos critérios de decisão sobre onde se aplicar determinados tipos de demarcações, as agências consideravam largura da pista, volume de tráfego, tipo de pavimento, idade do pavimento, tempo de serviço ou possibilidade de reconstrução futura, tipo de via (urbana ou rural), condições do pavimento, pontes e áreas de remoção de neve.

Já para decisão sobre remoção ou reaplicação de demarcações, a pesquisa apontou que as demarcações seriam refeitas quando se apresentassem deterioradas, baseadas em inspeções de campo ou através de julgamento pessoal do inspetor e/ou através de manutenção regular (calendário), sendo esta última, preferida por agências que não utilizam demarcações consideradas duráveis.

As agências de transporte, conforme aponta o estudo, desenvolviam métodos próprios para escolha de materiais de sinalização horizontal, considerando, principalmente, como critérios de seleção o tipo de faixa (linha) de demarcação, a superfície do pavimento, vida útil do pavimento, tipo de via (urbana ou rural), área com necessidade de remoção de neve, fator de benefício de brilho (utilizado apenas pelo Departamento de Transportes de *Kansas*), velocidade, Volume Diário Médio (VDM) de tráfego e extensão do projeto.

A tabela 2.2 apresenta uma síntese dos questionários respondidos por oito agências estatais americanas (*Arkansas, Kansas, Maryland, Ohio, North Dakota, Tennessee, Washington e Wiscosin*), na qual estão presentes os fatores considerados para seleção dos materiais de sinalização horizontal; apesar dos fatores apresentarem algumas variações entre as agências, de maneira geral, possuem os seguintes significados:

(1) Tipo de linha: linhas de centro, linhas de bordo, símbolos, mensagens, setas e similares;

(2) Superfície do pavimento: concreto asfáltico e concreto de cimento Portland;

(3) Volume de tráfego: conforme o VDM da via, correlacionado ao tipo de via;

(4) Tipo de via: considera-se via urbana (arterial e coletora) ou rural (interestadual, autoestrada, via expressa, multifaixas, faixa dupla ou mão dupla) e mistas (ex. interestadual urbana ou rural), dentre outras;

(5) Condição do pavimento: leva em consideração se o pavimento está em boas ou más condições;

(6) Vida útil do pavimento: analogamente ao item anterior, pavimentos com maior vida útil recebem sinalizações mais duradouras. Consideram-se algumas situações, dentre elas, se a longevidade do pavimento é equivalente à do material a ser utilizado na sinalização;

(7) Área: considera-se a sinalização implantada em área urbana ou rural;

(8) Área de remoção de neve: considera-se a ação de máquinas utilizadas na remoção de neve, agindo sobre a sinalização implantada no pavimento. Por exemplo, avaliam-se a remoção de neve e a utilização de máquinas com lâmina de aço ou lâmina de borracha. Para locais, onde a remoção da neve ocorre com lâminas de aço, são utilizados materiais menos duráveis do que em locais com utilização de máquinas com lâminas de borracha;

(9) Fator de benefício de brilho ou *brightness benefit factor – BBF* é um indicador criado pelo Departamento de Transportes do Kansas que leva em consideração a retrorrefletividade, durabilidade e custo por unidade de comprimento dos materiais de sinalização. É utilizado para comparação de alternativas de seleção de materiais com diferentes durabilidades, retrorrefletividades e custos, sendo que o material que apresentar o maior *BBF* será prioritariamente considerado no projeto;

(10) Velocidade: fator utilizado para selecionar materiais aplicados em rodovias de faixas duplas e pistas de mão dupla. São considerados valores de velocidade combinados com o VDM das vias. Com base nos parâmetros citados, os materiais são então selecionados e, os mais duráveis e retrorrefletivos são aplicados em rodovias de faixas duplas, com maior velocidade e VDM;

(11) Extensão do projeto: considera-se a extensão da via a ser sinalizada.

Tabela 2.2 – Fatores considerados para seleção de materiais de sinalização horizontal.

Agência Estadual de Transportes	**(1) Tipo de linha**	**(2) Superfície do pavimento**	**(3) Volume de tráfego**	**(4) Tipo de via**	**(5) Condição do pavimento**	**(6) Vida útil do pavimento**	**(7) Área (urbana ou rural)**	**(8) Área de remoção de neve**	**(9) Fator de benefício de brilho**	**(10) Velocidade**	**(11) Extensão do projeto**
Arkansas	X	X	X	X							
Kansas	X		X			X			X		
Maryland	X	X	X	X			X			X	
Ohio	X	X	X		X						
North Dakota	X	X	X		X						
Tennessee	X	X	X	X							
Washington	X			X	X	X	X	X			
Wisconsin	X	X		X		X	X				X
Total	**8**	**6**	**6**	**5**	**3**	**3**	**3**	**1**	**1**	**1**	**1**

Fonte: *TRB - NCHRP, Synthesis* 306 (2002)

Ainda em relação ao estudo, o Departamento de Transportes de Ohio apontou a utilização de um tipo de análise para avaliação da durabilidade da sinalização. O termo durabilidade significa a resistência ao desgaste e perda de adesão de material da superfície do pavimento, com o passar do tempo, considerando-se as perdas potenciais de descascamento, bolhas ou trincas como perdas de material.

Com base nesses conceitos, o usuário do método aponta o percentual de material de sinalização remanescente sobre o pavimento, sendo a mensuração da durabilidade realizada através de comparação do percentual de material remanescente em relação à demarcação nova, em uma escala de 0 a 10, onde 10 representa 100% de material remanescente, ou seja, a pintura nova.

Estudos realizados pelo Departamento de Transportes de Ohio apontaram também que o desgaste da sinalização pode ocorrer devido ao volume de tráfego, ocorrência de neve ou condições climáticas, sendo que o tempo de vida útil diminui na medida em que o volume de tráfego de caminhões aumenta.

Em síntese, a pesquisa forneceu vários critérios para serem adotados na execução de sinalização horizontal, tais como: locais específicos para se executar a sinalização, tipos de materiais utilizados, métodos de preparação da superfície, requisitos de aplicação, procedimentos de avaliação e procedimentos de remoção de sinalização. Apesar de 75% das agências pesquisadas estarem satisfeitas à época com suas especificações, algumas indicaram certa insatisfação quanto à qualidade da execução dos serviços, especificamente durante a aplicação dos materiais. Foram encontradas variações nas especificações e no controle de qualidade entre as agências pesquisadas.

Identificou-se na pesquisa a necessidade de implantação de um sistema de gerenciamento com armazenamento de dados, tais como: tipo de material, data de implantação da sinalização, custos, durabilidade da sinalização, dentre outras informações relevantes, como forma de possibilitar às agências de transportes a condição de selecionar o melhor custo x benefício das demarcações com incremento do tempo de serviço, reduzindo, dessa maneira, o custo de demarcação em um sistema de rodovias.

Dentre os organismos pesquisados, oito agências estatais possuíam procedimentos para seleção de materiais baseados em 11 fatores, sendo os mais comuns o tipo de sinalização, a superfície do pavimento, o volume de tráfego e o tipo de via (urbana ou rural). Através do estudo, detectou-se que linhas de centro recebiam demarcações mais duráveis do que linhas de bordo. As demarcações mais duráveis eram utilizadas em vias interestaduais, autoestradas e vias expressas do que em vias e rodovias de duas faixas. Rodovias com maior volume de tráfego ou pavimentos novos e em boas condições também recebiam demarcações mais duráveis.

Por fim, as agências pesquisadas opinaram que as demarcações horizontais têm potencial para reduzir acidentes tanto de dia quanto à noite se mantiverem adequados níveis de visibilidade diurna e noturna durante longos períodos.

Foi sugerido pelo estudo o desenvolvimento de uma norma para definir a retrorrefletividade da demarcação horizontal e acreditava-se que a norma, além de necessária, poderia contribuir para a melhoria da segurança viária.

No Brasil, mais especificamente em 28 de Fevereiro de 2005, a ABNT publicou a segunda edição da norma NBR14723 a qual estabeleceu procedimentos para avaliação da retrorrefletividade das demarcações viárias em rodovias, definindo características técnicas do equipamento de leitura, critérios de amostragem e de procedimento. Definiu valores considerados altos de retrorrefletividade como sendo da ordem de 250 mcd/lx/m^2. Não definiu, porém, valores de retrorrefletividade mínima, deixando a decisão a cargo do contratante.

No ano de 2006, em 04 de Setembro, a ABNT através da norma NBR15405 especificou procedimentos para a execução de sinalização horizontal viária com tintas, bem como formas de avaliação de sua aplicação.

A norma citada apresentou condições mínimas exigíveis para execução de sinalização horizontal refletiva com tintas para sinalização viária, especificou também procedimentos de serviços de execução e remoção de sinalização, apresentando inclusive critérios de avaliação do desgaste da sinalização por intermédio da avaliação da retrorrefletividade, com a utilização da norma NBR 14723:2005 citada no parágrafo anterior.

No mesmo ano, a ABNT publicou ainda outras três normas, sendo elas a NBR 15402:2006, a qual estabeleceu procedimentos para execução da demarcação e avaliação em sinalizações com termoplásticos, a norma NBR15438:2006que apresentou requisitos mínimos para garantir as características qualitativas e quantitativas dos materiais de sinalização para tintas e a norma NBR15482:2007 que teve o mesmo objetivo, porém para materiais termoplásticos. Essas normas citadas continuam em vigor até o momento.

Em 2007, a *National Cooperative Highway Research Program* (NCHRP) publicou a *Synthesis 371 – Managing Selected Transportation Assets: Signals, Lighting, Signs, Pavement Markings, Culverts, and Sidewalks*.

A síntese foi desenvolvida para proporcionar uma melhor compreensão do estado da arte para gestão em infraestrutura de ativos em sistemas de transportes, identificando melhores práticas e documentando lacunas de conhecimento para posteriores estudos.

O estudo examinou ainda os aspectos chaves de gestão de ativos de infraestrutura tais como sinais de tráfego, iluminação, semáforos, sinalização horizontal, bombas ebueirosde drenagem, além de calçadas de pedestres, incluindo guias básicos para manutenção, abordagens simples para orçamento e preservação, operação e manutenção, responsabilidade organizacional sobre manutenção, medidas de condição e desempenho, incluindo métodos e frequências para coleta de dados, estimativas de vida útil para componentes-chave de ativos, informações tecnológicas para ajudar agências na avaliação da gestão dos ativos, dentre outros mecanismos de gestão.

Segundo a publicação, as informações para o estudo foram adquiridas através de uma revisão da literatura internamente aos Estados Unidos da América (EUA) e no exterior e através de pesquisas de campo realizadas com organismos nos EUA e Canadá.

O retorno obtido desses organismos foi compilado, sendo que sua síntese representou, na época, o estado da arte na data de sua edição.

Inicialmente, a síntese relembrou o estudo coordenado pelo TRB e realizado nos EUA e Canadá no período compreendido entre 2000 a 2002, citando que tal estudo demonstrou real e considerável interesse em desenvolver robustas abordagens de gestão para os assuntos de infraestrutura, apontando, no entanto, que algumas informações básicas e competências estavam ainda carentes de boas técnicas.

Dentre os vários assuntos abordados pela publicação, a questão de gestão de ativos, e mais especificamente o foco desse trabalho, os aspectos relativos às sinalizações horizontais foram abordados.

Conforme a publicação, a revisão da literatura indicou que a gestão desses ativos poderia tornar-se complicada em vários aspectos.

Especificamente no âmbito da sinalização horizontal, a publicação citou que pelo ângulo da engenharia e boa técnica, ativos compreendem um número de componentes e materiais, que atendam diferentes condições ambientais nos EUA e Canadá e estão sujeitos a variados e diferenciados tipos de deterioração.

O desenvolvimento de modelos que adequadamente expliquem esses mecanismos de deterioração e que possam predizer a vida útil para a completa gama possível de condições é o maior desafio. Considerou, inclusive, que o tráfego, tempo, sujeira, irradiação solar e outros fatores podem afetar a retrorrefletividade dos sinais e demarcações horizontais.

Quanto à capacidade de manutenção e informação relativas à sinalização horizontal, as agências pesquisadas mencionaram ainda várias competências e tipos de informações que seriam necessários e estão relacionados a seguir:

- Necessidade de normatização em medições de condição e desempenho, em técnicas de medição e valores limites, além de critérios para determinação de quando o ativo estava falho;

- Vida útil e critérios de decisão, tais como valores mínimos aceitáveis, que precisariam ser avaliados sob as condições de campo atuais;

- Informações adicionais e ferramental de modelamento poderiam prover melhores decisões de suporte. Modelos de agências estudadas ajudariam a determinar a melhor política de manutenção (ex. reposição de trechos danificados x reposição de locais danificados), além de ferramentas e informação para conduzir a análise de custo x benefício e ciclo de vida útil de materiais alternativos e de produtos;

- Simples práticas poderiam ajudar agências a realizar decisões de investimentos de maneira mais fácil, rápida e eficiente. Por exemplo, embora as condições dos ativos, desempenho e vida útil serem reconhecidas como funções de diferentes variáveis, em alguns casos são específicas ao local.

- As agências não teriam tempo ou pesquisas para conduzir inspeções nos locais para toda a decisão de gerenciamento. Gerentes necessitariam de ferramentas e procedimentos que considerassem os efeitos dessas várias variáveis de maneira fácil para utilizar, tais como: matrizes e curvas de ciclo de vida.

Segundo o estudo, as orientações técnicas nas quais as agências se basearam tanto para a instalação de novas sinalizações horizontais quanto para a manutenção delas, são apresentadas a seguir em ordem de preferência:

- Manuais e guias das agências;
- Normas nacionais;
- Estatutos;
- Política pública;
- Outros.

Conforme o texto citado, todas as agências pesquisadas avaliavam as condições e desempenho da sinalização horizontal através de inspeções visuais. As agências ainda realizavam outras análises, as quais são apresentadas em uma escala hierárquica de preferência conforme abaixo:

1. Inspeção visual;
2. Mensuração física;
3. Reclamação de usuários;
4. Foto e vídeo;
5. Testes não destrutivos e pesquisas com usuários;
6. Outras.

A pesquisa abordou, ainda, que a durabilidade foi avaliada através de medidas físicas, tais como percentual de material remanescente, podendo ser um pouco subjetiva. Dentre as agências pesquisadas, o Ministério dos Transportes de *Quebec* no Canadá, definiu 5 classes de durabilidade, cada uma associada com um percentual de material remanescente e cada uma também associada com uma cor para utilização em mapas.

Um manual incluiu fotografias que ilustram exemplos de como cada classe de durabilidade aparece no campo. O Departamento de Transportes do *Missouri* – Distrito 7, segundo a pesquisa, estava tentando determinar um limite aceitável de falhas na sinalização horizontal, embora os percentuais de vazios eram considerados entre 20% e 40%. A questão ainda não estava concluída na época. Ainda considerando-se o quesito durabilidade dos tipos de materiais mais utilizados pelas agências (tintas e termoplásticos), o estudo cita que as estimativas de durabilidade para a vida útil de tais materiais são as seguintes:

1. Pinturas – de 6 a 12 meses – a vida útil é afetada pela passagem do tráfego (VDM), composição do tráfego e geometria da rodovia;

2. Termoplástico – as estimativas são variáveis, mas todos demonstram grande longevidade. Modelos demonstram uma vida máxima hipotética de 10 a 12 anos, porém estes valores podem reduzir sob a ação de neve, volume de tráfego, abrasão resultante de correntes em pneus e tipo de pavimento.

Conclusivamente, o estudo apresenta alguns pontos de destaque a serem considerados:

- As variáveis de controle para análise de desempenho variaram entre as agências pesquisadas. Dentre as variáveis listadas pelas agências foram citadas as vias urbanas ou rurais, o volume de tráfego, o clima e a altitude aliada ao clima (Colorado reportou decremento de vida útil em grandes altitudes), frequência de remoção de neve e tipo de manutenção de inverno, tipo de pavimento, classificação das rodovias e preparação do pavimento;

- Segundo o estudo, uma melhor compreensão sobre o desgaste físico da sinalização e a perda de retrorrefletividade em áreas urbanas será obtida, no momento em que algumas variáveis puderem ser consideradas, tais como largura de faixa de tráfego, volume de tráfego, composição do tráfego e utilização da rodovia (ex. arterial/distrito comercial x coletora/residencial). Os resultados poderão ser compilados em uma matriz para fácil aplicação em outros locais;

- Normas para definição e mensuração de falhas em materiais foram consideradas necessárias, como por exemplo, um valor mínimo de retrorrefletividade.

Na Europa, mais especificamente no Reino Unido, foi publicado em maio de 2007, o *Design Manual for Roads and Bridges*. A publicação apresentou, dentre outras práticas, um procedimento contendo recomendações e requisitos para inspeção e manutenção em demarcações viárias e estudos viários em rodovias, autoestradas e assemelhadas. Em seu capítulo, referente a inspeções, apresentou, especificamente, que a sinalização horizontal deverá ser analisada rotineiramente com base nos quesitos de retrorrefletividade, desgaste, fator de luminância e resistência à derrapagem.

A publicação apresentou ainda critérios, fluxogramas de inspeção, periodicidade, bem como ações que devam ser adotadas conforme forem realizadas as investigações de campo sobre as condições da sinalização implantada. Citou também a necessidade de realização de inventário.

Relativamente ao quesito de avaliação do desgaste, o procedimento apresentou um método visual de classificação quanto à área de sinalização remanescente no pavimento. A classificação utilizada bem como sua avaliação é apresentada na tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Tabela classificatória conforme o desgaste.

Avaliação[(1)]	**Classificação**
Não-existente	0
Pouco visível	1
Visível, mas tendo pontos desgastados e baixa evidência noturna	2
Algum desgaste visível e/ou características de evidências noturnas satisfatórias	3
Boa evidência noturna e desgaste muito pequeno	4
Boa evidência noturna e nenhum desgaste	5

Nota 1 -A avaliação visual de falhas deve ser aplicada para a amostra de uma respectiva área a cada 100m de intervalo. Para sinalizações horizontais contínuas uma avaliação geral deve ser efetuada a cada 100m de investigação.
Fonte: *Design Manual for Roads and Bridges(2007)*

O método classifica a sinalização visualmente quanto ao desgaste, através da utilização de uma escala de imagens que varia de 0 a 5, sendo que 0 representa sinalização não existente e 5 sinalização sem desgaste algum.

Durante o ano de 2008, foram publicados artigos sobre avaliação de desgaste de sinalização horizontal pelo periódico *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, nº 2055.*

Segundo o periódico, Sudhakhar *et al.*(2008) exercitaram uma análise, aplicando a Distribuição Estatística de *Weibull* com o objetivo de quantificar o ciclo de vida útil da sinalização horizontal, sendo tal estudo conduzido para desenvolver procedimentos de análises em dados coletados para valores típicos de retrorrefletividade em tintas à base de água. O trabalho baseou-se em dados coletados na *Pennsylvania*. Alguns pontos das conclusões do estudo são apresentados a seguir:

- Linhas brancas possuem maior longevidade do que as amarelas quando submetidas às mesmas condições, avaliadas pelo critério da retrorrefletividade. Baseado nessa conclusão, o estudo sugere que linhas amarelas sejam mais frequentemente repintadas a fim de poderem manter a mesma retrorrefletividade das linhas brancas;

- Análises preditivas da vida útil da sinalização horizontal são essenciais no sucesso de sistemas de gestão e na busca do melhor custo-benefício;

- Pelo motivo do estudo ter sido realizado em um único lugar na *Pennsylvania*, os autores sugerem a repetição dele em vários locais e em diversas condições a fim de se obter subsídios para possível adoção como método de determinação da retrorrefletividade mínima em normas. Consideraram, portanto, esse estudo como preliminar.

No mesmo periódico citado anteriormente, Debaillon *et al.*(2008) apresentaram uma revisão sobre os níveis mínimos de retrorrefletividade para sinalização horizontal a fim de encontrar-se condições ideais para a visibilidade dos motoristas. O estudo identificou fatores- chave que influenciam na visibilidade, tais como: configuração da sinalização, tipo de superfície do pavimento, velocidade do veículo e presença de tachas refletivas na sinalização; o estudo resultou em recomendações para níveis mínimos de retrorrefletividade em condições específicas de rodovias nos EUA, apresentando também as suas respectivas limitações, bem como sugestões para futuras pesquisas, porém sempre com o foco de avaliação da retrorefletividade.

Em setembro de 2008, o Departamento de Transportes de *Minnesota* em parceria com a Univesidade Estadual do *Iowa* publicou uma pesquisa com o título: *Developingand Implementing Enhanced Pavement Marking Management Tools for the Minnesota Department of Transportation: Phase I – Mapping Tool*. A publicação apresentou um sistema de gestão de sinalização horizontal com a utilização de *software* de gestão, incluindo coleta de dados de campo, mapeamento da sinalização e normatização de coleta de dados. O objetivo do sistema foi o de fornecer informações consistentes para a tomada de decisões pelos gestores, porém ainda estava na fase inicial de implementação.

Em maio de 2009, Mohi (2009) apresentou um método preditivo de avaliação da vida útil da sinalização baseada na variação de retrorrefletividade, bem como percentual de material remanescente sobre o pavimento ao longo de 2 anos, para 16 tipos de materiais de sinalização (incluindo tinta à base de água) quando aplicados a pavimentos rígidos de concreto.Para a análise quanto à perda de material remanescente, foi utilizado o método do Departamento de Transportes de Ohio. Através da utilização de modelos matemáticos, o autor projetou a vida útil dos materiais, adotando como horizonte final, valores de retrorrefletividade mínimos, previamente estabelecidos como aceitáveis. Cita o autor que a predição de ciclo de serviço da sinalização permite avaliar o custo de vida útil da sinalização.

Ainda no ano de 2009, a Associação Portuguesa de Fabricantes e Empreiteiros de Sinalização publicou na Revista Portuguesa de Sinalização um balanço sobre as condições de manutenção de autoestradas em Portugal. Relativamente ao quesito sinalização horizontal, tal publicação ressaltou que Portugal obteve um progresso notável em sua rede de autoestradas, porém não investiu o suficiente na manutenção dessas estradas, considerando que a qualidade de conservação da sinalização é ruim e aponta também a existência de carência de normas e/ou instruções técnicas que definam características dos produtos, equipamentos ou serviços da área de segurança rodoviária tanto em nível local como nacional. Apontou ainda a falta de capacidade de verificação dos poucos aspectos normalizados ou regulamentados, ressaltando que o investimento em sinalização é uma medida de baixo custo com resultados imediatos.

A publicação apresentou ainda um breve balanço da sinalização atual portuguesa e demonstrou os valores adotados pela *EN 1436:2007 - Road marking materials. Road marking performance for road users*.

Apresentou também um ensaio realizado em diversos distritos de Portugal a saber: *Aveiro, Beija, Braga, Bragança, Castelo Branco, Coimbra, Évora, Faro, Guarda, Leiria, Lisboa, Portalegre, Porto, Santarém, Setúbal, Viana do Castelo, Vila Real e Viseu*.

O estudo português cita ainda que informações mais recentes obtidas junto a países da União Europeia e ainda Noruega e Suíça mostram uma ausência de uniformidade na escolha dos valores de retrorrefletividade e do tempo de vida útil a serem considerados na sinalização horizontal, porém, ressalta que existe uma preocupação em não deixar os níveis de retrorrefletividade atingirem valores mínimos.

Alguns critérios de conservação preventiva recomendados são citados a seguir:

- Em autoestradas, autovias e estradas de faixa única com volume de tráfego igual ou superior a 5.000 veículos/dia, as marcas devem ser repintadas logo que a retrorrefletância atinja 150 mcd/lux/m^2;
- Sempre que a retrorrefletância de uma sinalização horizontal atingir 100 mcd/lux/m^2 deverá proceder-se a sua imediata repintura.

O estudo, porém, não apresenta critérios para avaliação de desgaste baseado em percentual de sinalização horizontal remanescente na camada do pavimento.

Em maio de 2010, Wang realizou, nos EUA, uma análise comparativa e estatística sobre os materiais de sinalização utilizados pela *National Transportation Product Evaluation Program* (NTPEP). Essa análise mostrou a durabilidade de 7 (sete) tipos de materiais de sinalização horizontal (termoplástico, plásticos pré-formados, epóxi, poliuretano, uretano modificado, marcas duráveis e metil-metacrilato) que foram comparados, baseados em retrorrefletividade, durabilidade e cor. Os materiais estudados foram selecionados de 4 locais diferentes propostos pela NTPEP (*Mississippi, Pennsylvania, Wisconsin, and Utah*). Utilizando avaliação de durabilidade, baseada no método do Departamento de Transportes de Ohio associada à avaliação de retrorrefletividade e cor, o estudo, apoiado em modelos matemáticos, propôs uma forma de previsão da vida útil da demarcação. Citou ainda o estudo, que a durabilidade dos materiais pode variar devido a condições climáticas, bem como características do tráfego ao qual está exposta a sinalização.

Ainda no mesmo ano de 2010, a ASTM publicou a norma D7585/D7585M-10, a qual apresentou 3(três) procedimentos de campo para determinação da durabilidade da sinalização horizontal pelo critério da retrorrefletividade, porém não apresentou valores mínimos de retrorrefletância, deixando a definição de tais valores para as agências gestoras. As práticas descritas foram baseadas em mensurações de retrorrefletividade, executadas com equipamento portátil e complementados pelos testes descritos na norma ASTM E1710-97 (2011). O documento apresentou às agências opções para aceitação de projetos e monitoramento da vida útil da sinalização horizontal, baseados no critério de retrorrefletividade. Citou também formas de manutenção, a fim de melhorar o desempenho da sinalização horizontal; apontou a existência de vários fatores que podem prejudicar a visibilidade da sinalização, tais como: sujeira, óleo, marcas de frenagens, dentre outros. Sugeriu o documento que inspeções podem ser realizadas através da utilização de registros fotográficos periódicos, utilizando lentes de aproximação para verificar-se a deposição de sujeiras entre as microesferas e esferas de vidro contidas na tinta.

No mesmo ano de 2010, o TRB publicou a *NCHRP Synthesis 408 – Pavement Marking Warranty Specifications* (2010).

Era uma pesquisa com o objetivo primário de compilar as especificações de sinalização baseadas em garantias utilizadas pelas agências de transporte americanas e canadenses, e também identificava o potencial de utilização de uma especificação, baseada em garantias.

A pesquisa apresentou, no total, uma atualização das especificações e garantias utilizadas por 40 (quarenta) agências estaduais de transporte americanas e 08 (oito) canadenses.

Dentre a amostra pesquisada, 23 agências (48%) informaram que utilizam especificações de sinalização horizontal baseadas em garantias da sinalização, sendo que as demais 25 (52%) não utilizam esse tipo de abordagem em suas especificações.

A garantia da sinalização baseada no desempenho é avaliada considerando-se critérios de durabilidade ou presença de material, retrorrefletividade e retenção de cor, sendo que os valores de tais parâmetros divergem entre as agências pesquisadas.

Dentre várias informações coletadas, algumas merecem destaque e são apresentadas a seguir:

- Algumas agências consideraram como prazo de garantia o momento da implantação da sinalização ou o momento logo após a implantação da sinalização, exigindo que ela esteja dentro de certos parâmetros por períodos que variam de 1 a 6 anos, sendo que em determinadas agências são exigidas garantias de 180 dias (período compreendido entre estações de inverno). O período de 180 dias comumente é utilizado por agências que atuam em regiões de clima severo ou por agências que utilizam tintas em suas sinalizações, devido à menor expectativa de vida útil desse tipo de material;

- O objetivo da utilização de garantias nas especificações utilizadas pelas agências é o de transferir o risco da durabilidade da sinalização bem como sua manutenção para o setor privado, seja ele o executor do serviço ou o fabricante dos produtos de sinalização, a fim de evitar gastos extras e não previstos pelas agências;

- Algumas agências pesquisadas consideraram que a utilização de garantias traz benefícios tais como: melhoria de desempenho da sinalização horizontal, diminuição de pessoal para inspeções, redução de custos, bem como possibilidade de inovação tecnológica pelo contratado. De um lado, há redução de custos de remarcações do pavimento e do tempo de congestionamento devido a tais remarcações, dentre outras vantagens. Por outro lado, as agências que não utilizam o critério de garantia de desempenho alegam que aumentaram os custos administrativos de pessoal para observância das garantias o que aumentaria a carga administrativa, podendo ocorrer atrasos de fechamento de contratos de rodovias, bem como impactos adversos para os contratados.

O documento cita ainda que a *FHWA* vem atualmente incentivando a divulgação de contratos baseados em desempenho.

No ano de 2012, Asdrubali *et. al.* (2012) realizaram um experimento no município de Perugia – Itália cujo objetivo foi apresentar um método de verificação da qualidade dos serviços de sinalização horizontal para utilização pelo município.

O experimento baseou-se na norma europeia EN 1436:2007 (2008) que considerou 28 locais no município, onde foram avaliados: superfície do pavimento, fluxo de tráfego e tipo de material de demarcação.

Em todos os locais escolhidos foram verificados quesitos relativos à retrorrefletividade, cromaticidade e resistência ao deslizamento, além de outros quesitos, tais como: umidade do ar, espessura da pintura, temperatura do pavimento, etc.

O trabalho apresentou, ao final, uma matriz contendo figuras vermelhas ou verdes, as quais serviram de parâmetro para se avaliar a qualidade do serviço executado.

As figuras vermelhas indicaram serviços de qualidade inferior à requerida.

De maneira análoga, as figuras verdes indicaram serviços de qualidade aceitável. O autor concluiu que a ferramenta pode fornecer subsídios à municipalidade, possibilitando a verificação da qualidade dos serviços prestados.

O método proposto, porém, não avaliou o desgaste da sinalização ao longo do tempo.

Atualmente, a *Federal Highway Administration* (FHWA) está propondo a atualização do *Manual on Uniform Traffic Control Devices* (MUTCD) (2003) com base na manutenção de níveis mínimos de retrorrefletividade para as demarcações de pavimento.

As alterações, todavia, ainda não foram realizadas e estão em fase de análise. A revisão proposta está baseada em definições de níveis mínimos de retrorrefletividade da sinalização horizontal.

2.3. Síntese do material pesquisado

As tintas formuladas à base de resina acrílica são as mais comumente utilizadas em municípios de pequeno e médio porte pelo baixo custo de implantação inicial. A durabilidade de pinturas varia entre 6 a 12 meses e é afetada pela passagem do tráfego (VDM), composição do tráfego e geometria da rodovia.

Conforme registros encontrados no material pesquisado, após a Segunda Guerra Mundial a preocupação quanto à durabilidade dos materiais de sinalização tornou-se objeto de maior foco, sendo posteriormente mais evidenciada na década de 70, especificamente no ano de 1973, quando surgiu a preocupação em utilizar materiais de sinalização mais duráveis e resistentes à ação do tráfego.

No ano de 1988, a ASTM criou a primeira norma para avaliação de desgaste da sinalização com base no percentual de filme de tinta que permanece intacto sobre o pavimento.

No biênio 1999/2000 surgiram estudos e pesquisas nacionais e internacionais com o foco de identificar técnicas possíveis de serem aplicadas em análise de desempenho de sinalização.

No exterior, os estudos realizados ao longo do tempo, tanto no continente americano quanto no europeu, apontaram a preocupação com a avaliação da vida útil da sinalização, sendo alguns baseados em métodos de avaliação de desgaste através da variação de retrorrefletividade e outros no percentual de película de pintura remanescente sobre o pavimento.

Na maioria dos casos encontrados, ambos os métodos são utilizados de maneira complementar.

Vários estudos apontam, dentre outros quesitos, para a necessidade também de avaliação da vida útil da sinalização horizontal quando submetida a ações variadas de tráfego, características das vias, intempéries e condições climáticas.

No Brasil, o primeiro trabalho acadêmico que avaliou o desempenho de determinados tipos de sinalização foi realizado em 1999. O trabalho científico citado aplicou alguns tipos de materiais de sinalização e avaliou seu desempenho quando submetido ao tráfego típico de rodovias, no estado de Minas Gerais, avaliando os quesitos relacionados à qualidade dos materiais empregados bem como os aspectos relativos à perda de retrorrefletividade da sinalização, associada ao percentual remanescente de pintura sobre o pavimento. Apesar da grande contribuição e alta relevância do estudo, os métodos de avaliação de desgaste utilizados apresentaram-se voltados à aplicação em rodovias.

Ainda no Brasil, no ano de 2002, surgiu outra dissertação, cujo objetivo, dentre outros, foi o de apresentar métodos de aplicação e controle de qualidade de materiais de sinalização horizontal, propondo como resultado final uma especificação técnica para execução e controle de serviços de sinalização urbana horizontal pelo processo de pintura a frio em cidades de pequeno e médio porte. O estudo caracterizou-se por apresentar uma abordagem simples e de fácil utilização por municípios de pequeno e médio porte, porém, não propôs nenhuma metodologia focada na avaliação do desgaste da sinalização quando submetida à ação do tráfego urbano.

A ABNT, por sua vez, publicou uma série de normas sobre o assunto sinalização horizontal. Especificamente aos serviços de sinalização realizados com tintas, foram basicamente publicadas 2 (duas) normas sendo uma, no ano de 2005, a qual estabeleceu procedimentos para avaliação da retrorrefletividade de demarcações viárias, e a segunda, dentre outros quesitos, estabeleceu os procedimentos para controle de serviços de pintura. As normas publicadas pela ABNT, no entanto, apresentam características mais aplicáveis a rodovias, avaliando o desgaste da sinalização apenas através do decremento dos índices de retrorrefletividade da sinalização ao longo do tempo, não apresentando nenhum outro método complementar de avaliação de desgaste de sinalização, como por exemplo, o de avaliação de perda de percentual de filme de pintura.

Relativamente ao critério de avaliação de percentual remanescente de pintura, o método utilizado pela ASTM, por sua vez, apresentou-se amplo, contendo uma grande variação de percentual de pintura remanescente, o que a torna trabalhosa e de difícil aplicação.

Outros organismos internacionais também utilizam o método de controle de pintura remanescente com escalas de avaliação menores e mais fáceis de serem observadas através de análise comparativa visual.

Dentre os métodos com as características citadas, destacam-se os métodos utilizados pelo Reino Unido e pelo Departamento de Transportes de Ohio-EUA.

O primeiro apresenta-se simples e de fácil aplicação prática, uma vez que possui apenas 6 (seis) classes para utilização na comparação visual; o segundo mostra-se um pouco mais amplo, apresentando uma gama maior de percentuais possíveis, variando em números inteiros de 0 a 10 (dez) classes.

De maneira geral, dentre todas as questões levantadas e apresentadas na revisão bibliográfica tanto em nível nacional quanto no internacional, no que tange ao quesito relacionado à avaliação da durabilidade da sinalização, existe a evidente falta de padronização e consenso sobre valores estabelecidos de retrorrefletividade, seja ela inicial ou residual, incluindo falta de padronização quanto ao método de leitura de retrorrefletividade.

Ao longo do tempo, e mais frequentemente, nos dias atuais, a preocupação com a avaliação da durabilidade da sinalização vem despertando o interesse de universidades e pesquisadores, os quais atualmente desenvolvem trabalhos científicos em parceria com órgãos de transporte, buscando apresentar métodos de avaliação preditiva da vida útil da sinalização, considerando o quesito retrorrefletividade. Tais métodos, entretanto, apresentam-se ainda complexos para utilização prática direta pelos órgãos de trânsito de municípios de pequeno e médio porte brasileiros, sendo mais úteis na definição de valores preditivos teóricos de durabilidade da sinalização.

Em síntese, conforme verificou-se na revisão bibliográfica, a sinalização urbana faz parte do mobiliário urbano, devendo estar perceptível ao motorista e aos pedestres tanto no período diurno quanto no noturno. Os procedimentos adotados em nível nacional e internacional para avaliação do estado da sinalização estão baseados em quesitos de visibilidade diurna (percentual de filme de pintura depositado sobre o pavimento) e noturna (retrorrefletividade).

Quanto ao quesito de visibilidade noturna, muitos pontos necessitam ainda ser esclarecidos, uma vez que não existe consenso em nível internacional sobre quais valores de retrorrefletividade são mais adequados, uma vez que as necessidades de visualização podem variar conforme a faixa etária do cidadão, cor da faixa de sinalização (amarela ou branca), valores de retrorrefletividade inicial e final, dentre outros.

Em âmbito nacional, a norma da ABNT afeta o assunto, apenas sugere valores de retrorrefletividade inicial, não fornecendo critérios para análise de desempenho ao longo da vida útil da sinalização.

Relativamente ao quesito de visibilidade diurna (percentual de filme de pintura depositado sobre o pavimento), não existe em nível nacional nenhuma norma técnica da ABNT abordando o assunto. Dentre os procedimentos internacionais, 3 (três) merecem destaque a saber: ASMT, Departamento de Transportes de Ohio - EUA e Método do Reino Unido, sendo que esse último apresenta 6(seis) classes de variação de percentual de filme de pintura.

Ainda no âmbito dos quesitos de visibilidade noturna e diurna da sinalização, a revisão da literatura aponta que agências internacionais estão atualmente em desenvolvimento de ferramentas mais adequadas aos critérios de aceitação de serviços relativos à sinalização horizontal; em contrapartida, em nível nacional, as normas da ABNT foram desenvolvidas com foco em rodovias, sendo, portanto, mais utilizadas pelas agências concessionárias e por grandes municípios.

Os municípios de menor porte, além dos problemas identificados (falta de pessoal técnico capacitado, dificuldade de aquisição de equipamentos específicos, trânsito urbano com características mais severas que rodovias, iluminação pública, etc.) não possuem ferramentas disponíveis e adequadas à sua realidade o que resulta na contratação, execução e/ou aceitação de serviços de má qualidade. Fica caracterizada, portanto, a necessidade de estudos voltados a desenvolver ferramentas adequadas a municípios de pequeno e médio porte, considerando a situação específica do trânsito urbano.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Embasado na revisão bibliográfica, uma vez verificada a carência de métodos voltados à área urbana, especificamente em municípios de pequeno e médio porte, idealizou-se um estudo experimental o qual foi planejado, conforme descrito a seguir.

Hipótese: verificar a suficiência da avaliação visual na definição do estado de desgaste da sinalização horizontal viária em meio urbano.

Objetivo: desenvolver estudo experimental realizado em verdadeira grandeza, com definição de estações experimentais, contendo demarcações horizontais realizadas com tintas brancas sem adição de microesferas de vidro, para poder avaliar de maneira visual o estado de visibilidade diurna da sinalização implantada.

1. Escolha de um município de médio porte para realização do experimento;
2. Definição das características desejadas para os locais no município onde foram implantadas as estações experimentais.

O objetivo é identificar a presença de agentes de fomento ao desgaste da sinalização horizontal, para isso, será necessário buscar-se a obtenção de locais, contendo as seguintes características:

- Situações variadas quanto aos esforços impostos pelo tráfego urbano à sinalização horizontal implantada;
- Variações de características relativas à construção da via;
- Variações de fluxo e tipo de tráfego.

Ficou evidenciada a necessidade de se identificar locais que possibilitassem obter espessuras de filme de pintura o mais constante possível, bem como a busca de condições idênticas relacionadas ao meio ambiente para todos os locais do estudo.

Para tanto, ficou prevista a utilização de faixas de macrotextura de camada superficial do pavimento próximo e condições similares de conservação e limpeza dos locais de ensaio.

3. Verificação das características desejadas para os locais das estações experimentais:

O desgaste na sinalização pode ser acelerado por algumas situações típicas do sistema viário. Esse desgaste diferenciado pode ser motivado nas seguintes situações:

- Volume de tráfego circulante e tipo de veículo predominante na via;
- Esforços de aceleração ou de frenagem motivados por fluxos de trânsito perpendiculares a via;
- Traçado geométrico da via: segmento retilíneo ou em curva.

Essas situações foram então divididas em classes que permitissem a avaliação do desgaste a ser observado no experimento.

Cada uma dessas situações foi dividida conforme as classes apresentadas na tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Variáveis identificadas nos locais do estudo e simbologia atribuída.

Descrição das variáveis			**Simbologia**
Características relativas ao fluxo de tráfego	Classificação da via	Arterial	AR
		Trânsito rápido	TR
	Tipo de tráfego de veículos	Leve	TL
		Pesado	TP
	Aceleração	Leve	AL
		Moderada	AM
	Desaceleração	Leve	DL
	Movimento Uniforme		MU
Características relativas à construção da via	Greide	Plano	GP
		Aclive – ângulo de inclinação	GA
		Declive – ângulo de inclinação	GD
	Traçado	Curva moderada	CM
		Curva acentuada	CA
		Tangente	TA

Na tabela 3.1 são identificados os seguintes campos e abreviaturas:

a. Classificação da via: Indica a classificação da via conforme determinado pela Autoridade Municipal de Trânsito do município e conforme o CTB – Código de Trânsito Brasileiro (1997);

   i. Arterial (AR);
   ii. Trânsito rápido (TR).

b. Tipo de tráfego de veículos predominante:

   i. Tráfego Leve (TL);
   ii. Tráfego Pesado (TP).

c. Variações na velocidade do veículo:

   i. Aceleração:

      - Aceleração Leve (AL): situação viária que caracteriza pequeno aumento de velocidade dos veículos circulantes;
      - Aceleração Moderada (AM): situação viária que caracteriza moderado aumento de velocidade ao fluxo de tráfego.

   ii. Desaceleração:

      - Desaceleração Leve (DL): situação viária que resulta em pequena diminuição de velocidade ao fluxo de tráfego;
      - Movimento Uniforme (MU): locais do sistema viário que permitem ao fluxo viário trafegar em velocidade constante.

d. Greide: Representa as variações nas inclinações do greide longitudinal da via, sendo:

   i. Greide aclive (GA);
   ii. Greide declive (GD);
   iii. Greide plano (GP);
   iv. Ângulo de inclinação: É o ângulo de inclinação do pavimento, fornecido através de leituras topográficas para os trechos em estudo.

e. Traçado horizontal do segmento de via em estudo:

   i. Segmento viário retilíneo ou tangente (TA);
   ii. Segmento viário em curva:
      - Curva moderada (CM): curva horizontal, com ângulo central entre 0^o e 45^o;
      - Curva acentuada (CA): curva horizontal com ângulo central maior que 45^o.

4. Tipos de tintas a ser implantadas:

Municípios de médio e pequeno porte empregam majoritariamente tintas brancas formuladas à base de resina acrílica, apresentando alta resistência à abrasão para aplicações definitivas e baixa resistência à abrasão em aplicações provisórias. Esse tipo de pintura utiliza equipamento aplicador que opera por aspersão da tinta, o que resulta numa película disposta sobre o pavimento.

5. Espessura do filme de pintura:

A espessura do filme de pintura aplicada está diretamente relacionada à durabilidade da sinalização implantada. A fim de garantir uma espessura de filme de pintura o mais homogênea possível, foram controladas a velocidade do equipamento de pintura e a pressão de aplicação da tinta sobre o pavimento, além disso, foram verificadas:

- Rugosidade superficial do pavimento a ser pintado: a macrotextura do pavimento a ser verificada, através do emprego do ensaio da mancha de areia;
- Espessuras de filme de tinta úmido e seco: verificadas com a utilização de medidor tipo pente e micrômetro, respectivamente.

6. Planejamento da implantação das estações de estudo:

Em cada estação experimental, a implantação da sinalização deve ser precedida pelas seguintes atividades:

- Interdição da via, sinalização de segurança e preparo do local a ser sinalizado;
- Implantação da sinalização, com aplicação de faixas com largura aproximada de 10 cm, transversais ao fluxo de tráfego e espaçadas entre si em 10 cm;
- Coleta de amostras para controle de qualidade através de controle de espessura de filme seco e úmido;
- Levantamento de dados sobre as características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via.

7. Evolução do desgaste da sinalização por registro fotográfico sistemático:

    - A fim de permitir a posterior avaliação de observadores diferentes do autor, previu-se o registro sistemático através de fotografias;
    - Garantia da escala da fotografia obtida através de registros à altura constante do solo;
    - Análise dos períodos de vida útil da pintura em comparação aos tempos citados na pesquisa bibliográfica.

8. Definição de critério para classificação visual do desgaste observado nos vários pontos do experimento.

O critério para classificação visual, avaliado no presente trabalho, baseou-se em uma adaptação do *Design Manual for Roads and Bridges (2008)*, apresentado no capítulo 2 - Revisão Bibliográfica.

4. APRESENTAÇÃO DO EXPERIMENTO DE CAMPO E DOS CRITÉRIOS PROPOSTOS PARA AVALIAÇÃO DE DESGASTE DA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL REALIZADA COM TINTAS

4.1. Considerações iniciais:

Através da revisão bibliográfica, observou-se que existe uma carência de métodos de classificação de desgaste de sinalização que pudessem ser de fácil aplicação e simples interpretação, sem a necessidade de utilização de aparelhos sofisticados ou de difícil operação. Aliado a isso, a bibliografia pesquisada apresentou-se pouco voltada à situação dos municípios brasileiros.

A fim de simular uma situação real, idealizou-se um experimento de campo para obter um critério de classificação visual para análise do desgaste da sinalização horizontal, implantado ao longo do tempo, que fornecesse uma ferramenta para utilização em municípios de pequeno e médio porte brasileiros.

O experimento de campo proposto foi embasado na metodologia apresentada no capítulo 3, visando verificar a suficiência da avaliação visual na definição do estado de desgaste da sinalização horizontal viária em meio urbano, com o objetivo de desenvolver um estudo experimental realizado em verdadeira grandeza, contendo estações experimentais com demarcações horizontais, realizadas com tintas sem adição de microesferas de vidro, possibilitando, assim, avaliar de maneira visual o estado de visibilidade diurna da sinalização implantada.

Considerando os objetivos expostos nos parágrafos anteriores, escolheu-se o município de Sumaré, localizado no Estado de São Paulo - Brasil, o qual faz parte da Região Metropolitana de Campinas e possui uma população estimada de 240.000 habitantes com uma frota fixa de veículos aproximada de 120.000 veículos (leves e pesados) conforme informações fornecidas pelo IBGE e PRODESP, respectivamente, para o ano de 2012.



Figura 4.1 – Mapa da Região Metropolitana de Campinas contendo a localização do município de Sumaré-SP.
Fonte: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Transportes Metropolitanos, obtido em http://www.stm.sp.gov.br.

Uma vez definido o município, foram identificados os locais a serem implantadas as estações experimentais.

Foi importante identificar locais para a realização do experimento contendo situações variadas quanto aos esforços impostos pelo tráfego urbano à sinalização horizontal, bem como variações de características relativas à construção da via, fluxo e tipo de tráfego.

No objetivo de se obter condições de contorno do experimento, buscou-se também identificar locais que apresentassem faixas de macrotextura de camada superficial do pavimento próximas entre si e condições similares de conservação e limpeza.

Com base nos parâmetros definidos anteriormente, e através de observações de campo, foram então escolhidas 04 (quatro) vias cuja localização no município está apresentada na figura 4.2 e 09 (nove) pontos distribuídos conforme abaixo:

1. Avenida Antonio Pereira de Camargo Neto, Jardim Dall'orto- Pontos P_1 e P_2;
2. Avenida Júlio de Vasconcellos, Região Central -Pontos P_3e P_4;
3. Avenida Fuad Assef Maluf, Região Central- Pontos P_5 e P_6;
4. Avenida 3M, Região Central - Pontos P_7, P_8 e P_9.

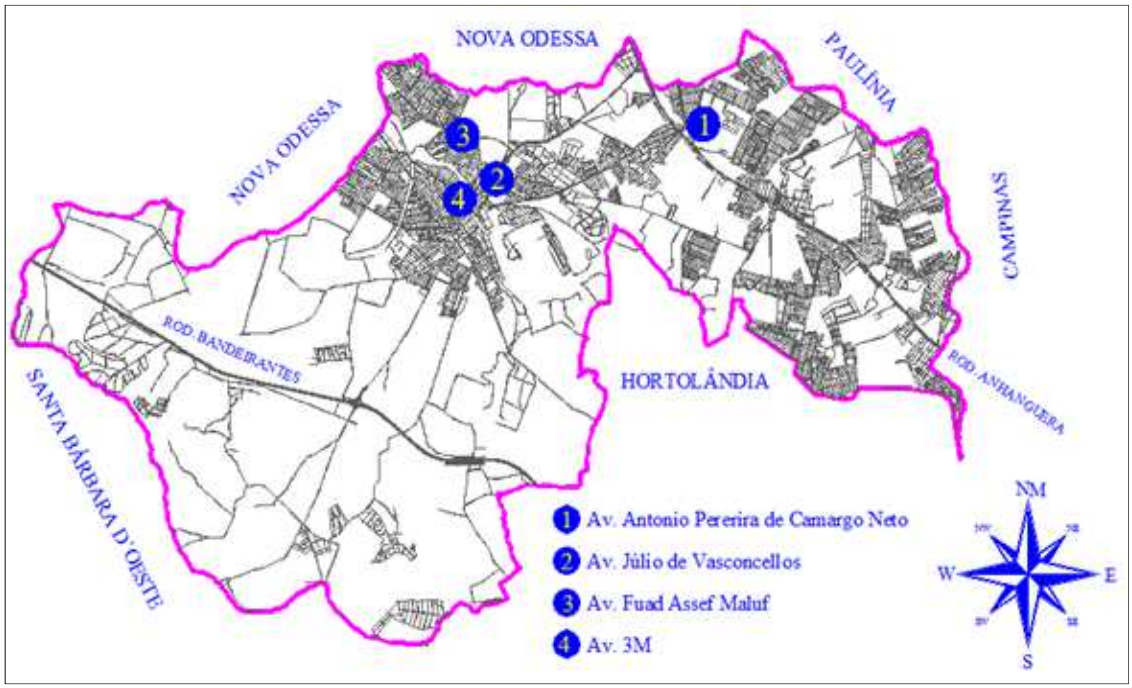


Figura 4.2 – Localização das vias com as estações experimentais no município.

Na tabela 4.1 são apresentadas as variáveis identificadas em cada local escolhido e seu respectivo ponto. Os campos e as variáveis indicadas na tabela 4.1 possuem significados conforme descritos a seguir:

(1) Local: Identifica o nome da Avenida ou Rodovia na qual os dados foram colhidos;

(2) N^{o} do Ponto: Identifica o número do ponto referente aos dados;

(3) Faixa: Identifica o número da faixa referente aos dados;

(4) Classificação da via: AR para via arterial e TR para via de trânsito rápido;

(5) VDM estimado: Volume diário médio, obtido através de levantamentos realizados pela Prefeitura Municipal de Sumaré para os locais do estudo;

(6) Variáveis relativas ao fluxo de tráfego:

- VL para tráfego predominante tipo leve e VP para tráfego pesado;
- AL para aceleração leve, AM para aceleração moderada e MU para movimento uniforme.

(7) Variáveis relativas à construção da via:

- GP para greide plano, GA para greide em aclive e GD para greide em declive. Entre parênteses estão indicados os ângulos para os trechos em aclive (+) e declive (-);
- TG para trecho em tangente, CM para curva moderada e CA para curva acentuada.

Todos os locais escolhidos apresentaram faixas de macrotextura superficial do revestimento do tipo fina ou fechada e boas condições de conservação e limpeza.

Tabela 4.1 – Variáveis identificadas em cada local escolhido.

Local (1)	**Nº do Ponto** (2)	**Faixa**(3)	**Classificação da via** (4)	**VDM estimado** (5)	**Variáveis relativas ao fluxo de tráfego** (6)	**Variáveis relativas à construção da via** (7)
Av. Antonio Pereira de Camargo Neto, Jardim Dall´orto	P_1	F_1	AR	8380	VP, AL	GP, TG
		F_2			VP, DL	GP, TG
	P_2	F_1			VP, MU	GP, TG
		F_2			VP, AL	GP, TG
Av. Júlio de Vasconcellos, Região Central.	P_3	F_1	TR	9844	VL, AM	GP, CM
		F_2			VL, AM	GP, CM
	P_4	F_1			VL, MU	GD (- 4,72º), TG
		F_2			VL, MU	GD (- 4,72º), TG
Av. Fuad Assef Maluf, Região Central.	P_5	F_1	AR	7554	VP, AL	GP, TG
		F_2			VP, AL	GP, TG
	P_6	F_1		13280	VP, AL	GP, TG
		F_2			VP, AL	GP, TG
Av. 3M, Região Central.	P_7	F_1		14080	VL, AM	GP, TG
		F_2			VL, AM	GP, TG
	P_8	F_1			VL, AM	GA (+ 8,85º), CA
		F_2			VL, AM	GA (+ 8,85º), CA
	P_9	F_1			VL, AM	GA (+ 14,72º), TG
		F_2			VL, AM	GA (+ 14,72º), TG

AR – Via arterial	AM – Aceleração moderada	TG – Trecho em tangente
TR – Via de trânsito rápido	MU – Movimento uniforme	CM – Curva moderada
VP – Veículos pesados	GP – Greide plano	CA – Curva acentuada
VL – Veículos leves	GA – Greide em aclive	
AL – Aceleração leve	GD – Greide em declive	

Após a caracterização de cada ponto do estudo, cada local foi sinalizado com 03 (três) faixas pintadas no sentido perpendicular ao fluxo de tráfego, buscando-se garantir que todos os veículos que trafegassem pelas vias passassem necessariamente sobre as faixas pintadas.

As especificações das tintas utilizadas no experimento de campo para cada faixa foram DNIT, DER 3.09 e DER 3.16 as quais possuem diferentes resistências à ação do tráfego e, portanto, diferentes durabilidades teóricas. Todas as tintas utilizadas são formuladas à base de resina acrílica.

Durante a pintura das faixas, a fim de garantir uma espessura de filme de pintura o mais homogênea possível, foram controladas a velocidade do equipamento de pintura e a pressão de aplicação da tinta sobre o pavimento. Foram coletadas amostras de pintura e realizadas leituras de espessura de filme úmido e seco de pintura.

Após a aplicação das faixas, foram realizados registros fotográficos durante determinado período de tempo, com a finalidade de avaliar a evolução do desgaste da sinalização, sendo que tais registros foram realizados à altura constante do solo através da utilização de um tripé para garantir a mesma escala para todas as fotos. Os registros fotográficos foram posteriormente tabulados, dando origem a um banco de dados.

Uma vez devidamente registradas e documentadas as imagens, fez-se necessário adotar um critério para classificação visual dessas imagens, o qual é objeto do presente estudo. Com base na revisão bibliográfica, foi adotada como ponto de partida uma adaptação do método do *Design Manual for Roads and Bridges (2008).*O método, ora apresentado, possui originalmente 6 classes, variando entre 0 e 5 (números inteiros), sendo que, 0 significa ausência total de sinalização e 5 significa sinalização nova. Adotou-se, portanto, o método citado, porém retirando-se os quesitos relativos à visibilidade noturna.

Definidos os parâmetros necessários, as imagens obtidas foram classificadas pelo autor dentro dos critérios propostos e cada local foi avaliado individualmente (resultados obtidos por cada estação experimental) e coletivamente (resultados comparativos entre todas as 9 estações experimentais). As análises gráficas obtidas foram realizadas, considerando-se as informações sobre o tráfego nas várias condições viárias previstas *versus* desgaste da sinalização classificada por análise visual. Ao final do experimento, para fins de validação da suficiência da análise visual para avaliação do desgaste da sinalização horizontal, realizaram-se testes com grupos de conferência e técnicos atuantes na área de sinalização horizontal.

4.2. Caracterização do experimento de campo

O experimento caracterizou-se por analisar a durabilidade de 3 tipos diferentes de tintas quando expostas a determinadas solicitações de tráfego comumente encontradas em municípios, sendo selecionados para tanto, locais com cenários que teoricamente resultariam em situações variadas quanto aos esforços impostos pelo tráfego à sinalização horizontal implantada.

Conforme exposto anteriormente e através de observações preliminares de campo, foram escolhidas 04 (quatro) vias e 09 (nove) pontos, distribuídos conforme abaixo:

1. Avenida Antonio Pereira de Camargo Neto, Jardim Dall´orto - Pontos P_1 e P_2;
2. Avenida Júlio de Vasconcellos, Região Central - Pontos P_3 e P_4;
3. Avenida Fuad Assef Maluf, Região Central - Pontos P_5 e P_6;
4. Avenida 3M, Região Central - Pontos P_7, P_8 e P_9.

A localização dos pontos escolhidos é apresentada nas figuras de 4.3 a 4.9.

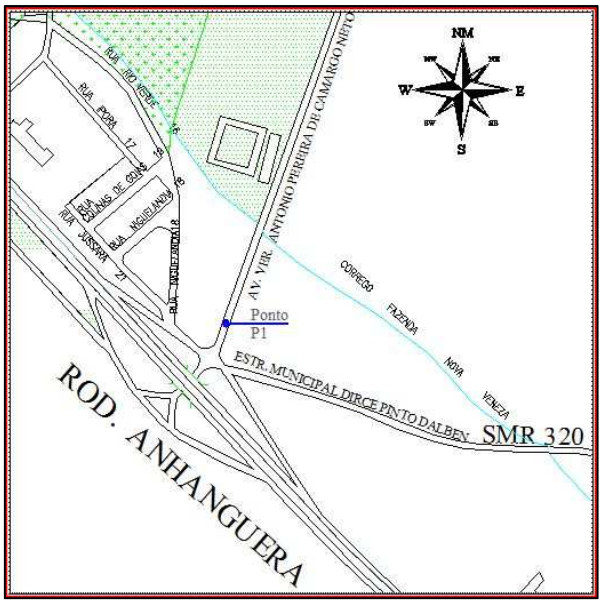


Figura 4.3 – Localização do ponto P1.

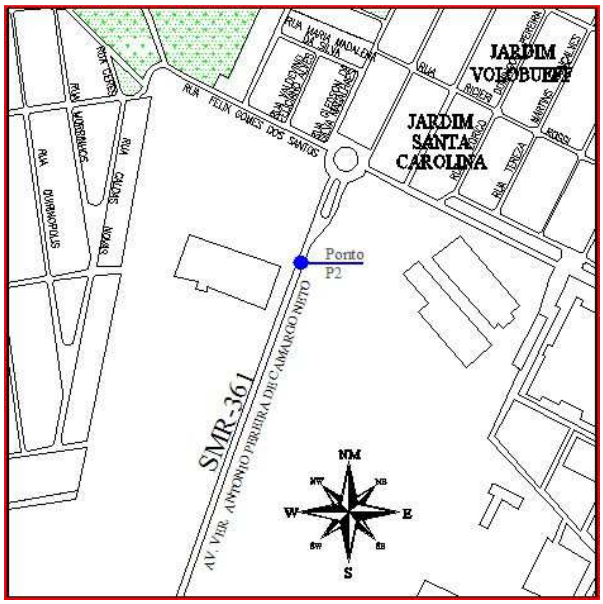


Figura 4.4 – Localização do ponto P2.

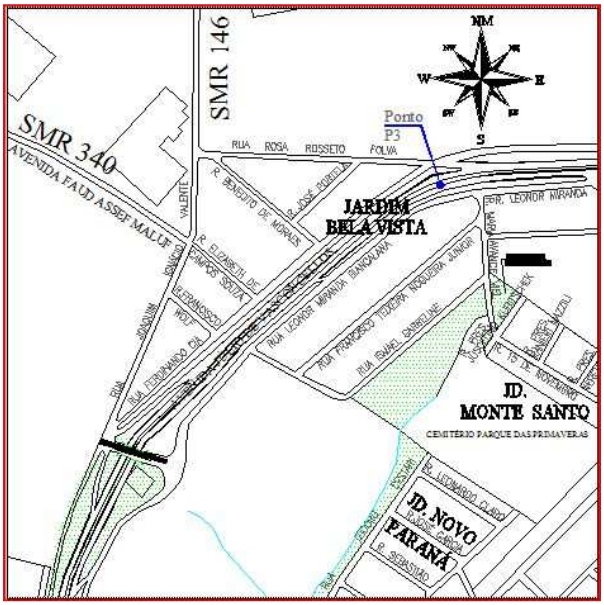


Figura 4.5 – Localização do ponto P3.

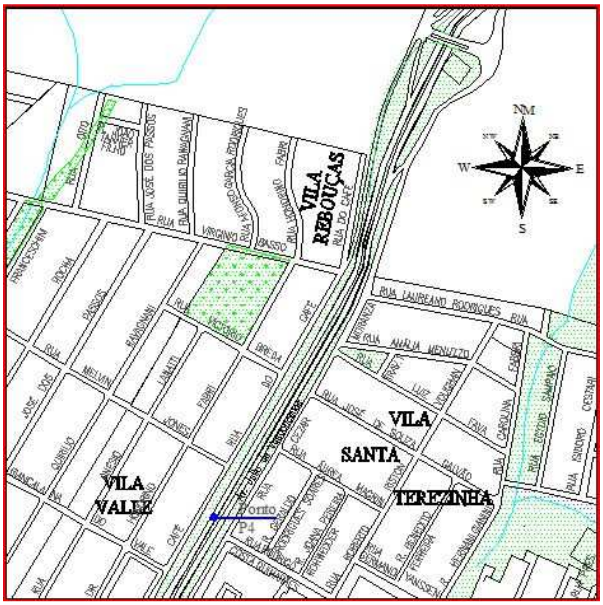


Figura 4.6 – Localização do ponto P4.

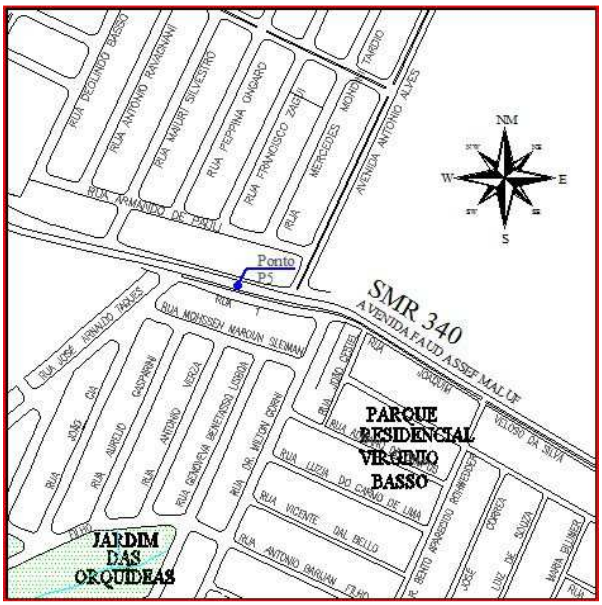


Figura 4.7 – Localização do ponto P5.

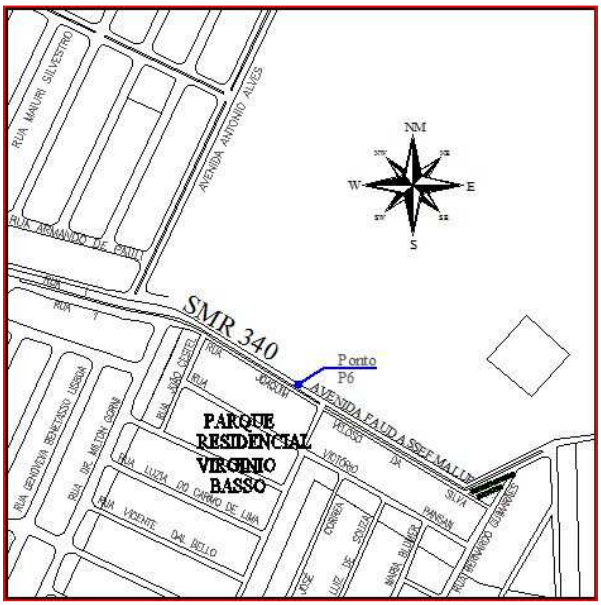


Figura 4.8 – Localização do ponto P6.

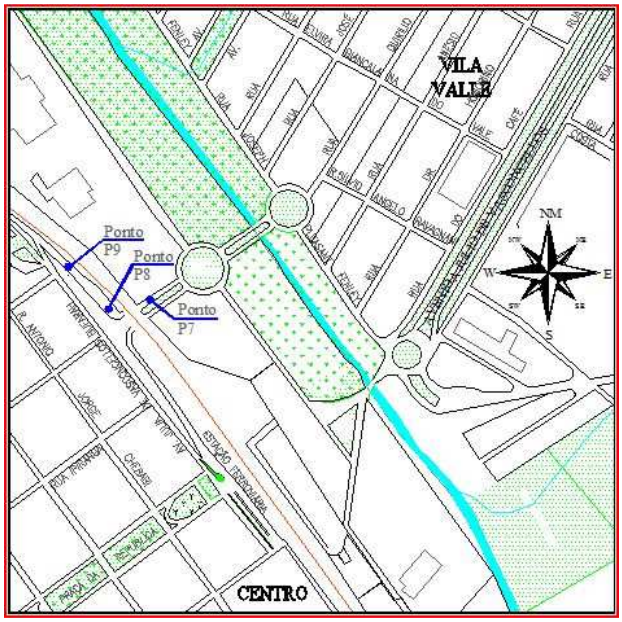


Figura 4.9 – Localização dos pontos P7, P8 e P9.

Inicialmente realizou-se em cada ponto escolhido o ensaio da mancha de areia, a fim de caracterizar o estado da macrotextura do pavimento nos locais do experimento, adotando-se como base do ensaio a norma ASTM E965-96 (2005) e o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, publicação IPR-720, DNIT (2006).Maiores detalhes sobre o ensaio da Mancha de Areia são apresentados no Apêndice B.

Após a caracterização de cada ponto de estudo, foi planejada e implantada a sinalização proposta para o teste. Cada local foi sinalizado com 03 (três) faixas pintadas no sentido perpendicular ao fluxo de tráfego para garantir que todos os veículos que trafegassem pelas vias, passassem necessariamente sobre as faixas pintadas. Os projetos básicos de sinalização utilizados, que correspondem aos mapas de 1 a 4, são apresentados nas figuras de 4.10 a 4.13.

As especificações das tintas utilizadas no experimento de campo para cada faixa foram DNIT, DER 3.09 e DER 3.16 conforme apresentadas na tabela 4.2. Os 03 (três) tipos de tinta foram escolhidos por serem os mais utilizados na época do experimento em municípios de pequeno e médio porte.

Figura 4.10 – Mapa1 – Localização dos pontos 1 e 2.

Figura 4.11 – Mapa 2 – Localização dos pontos 3 e 4.

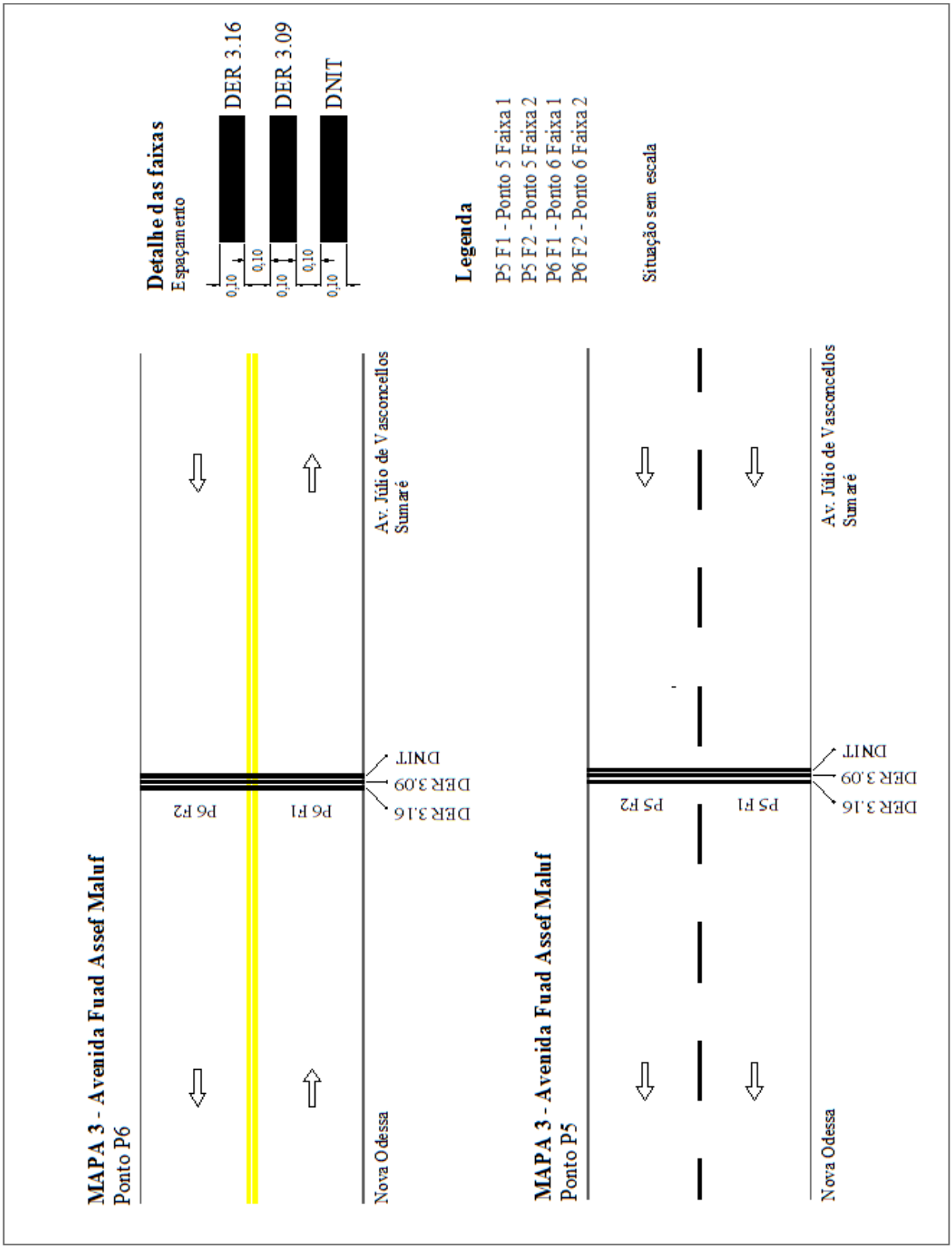


Figura 4.12 – Mapa 3 – Localização dos pontos 5 e 6.

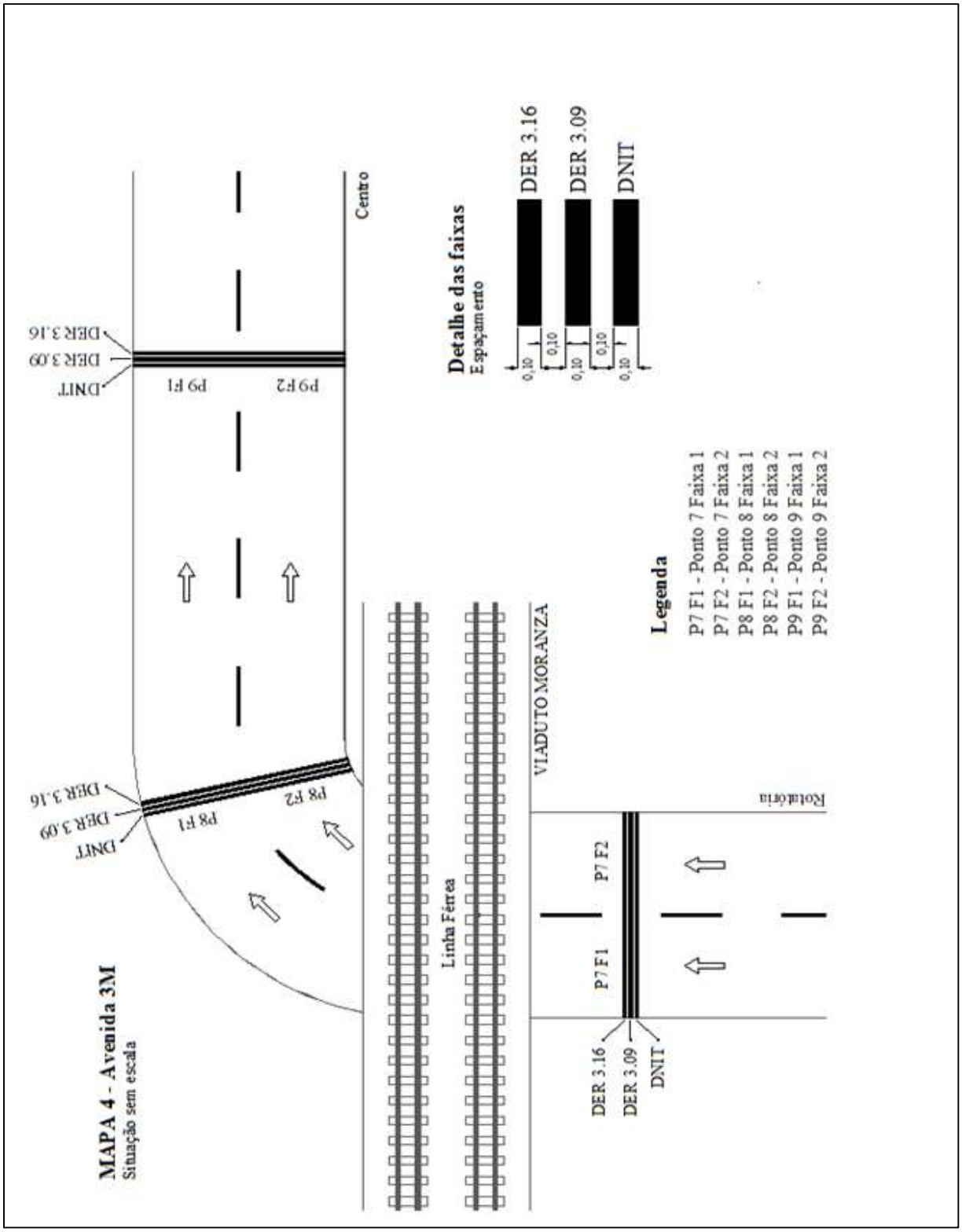


Figura 4.13 – Mapa 4 – Localização dos pontos 7, 8 e 9.

Tabela 4.2 – Comparativo entre os requisitos quantitativos de tintas à base de resina acrílica.

Requisitos quantitativos	**DNIT** Especificação Técnica **EM 368/97**		**DER** Especificação Técnica **3.09**		**DER** Especificação Técnica **3.16**	
	mín.	**máx.**	**mín.**	**máx.**	**mín.**	**máx.**
Consistência (UK - Unidades *Krebs*)	80	95	na	na	na	na
Estabilidade na armazenagem: alteração de consistência (UK - Unidades Krebs)	-	5	-	5	-	5
Matéria não volátil, porcentagem em massa	62,8	69	68	-	na	na
Pigmento, porcentagem em massa	40	50	45	-	50	-
Dióxido de titânio (T_i O_2), porcentagem em massa no pigmento	25	-	23	-	12	-
Cromato de chumbo (Pb Cr O4), porcentagem em massa no pigmento.	22	-	23	-	10	-
Veículo não volátil, porcentagem em massa do veículo.	38	-	40	-	34	-
Veículo total, porcentagem em massa da tinta.	50	60	50	60	-	48
Tempo de secagem, *No Pick Up Time*, minutos.	-	15	-	20	-	20
Resistência à abrasão	80	-	95	-	60	-
Massa específica, g/cm^3	1,30	1,45	1,35	-	1,40	-
Brilho a 60º, unidade.	-	20	-	na	na	na

De uma maneira simplista, a durabilidade de um determinado tipo de tinta está relacionada à resistência de abrasão que a mesma apresenta. Por esse motivo, considerando-se as especificações técnicas das tintas, esperava-se uma durabilidade de cada uma na seguinte ordem (da mais durável para menos durável respectivamente): DER 3.09, DNIT e DER 3.16, as quais apresentam valores de resistência à abrasão de 95, 80 e 60, respectivamente, conforme pode ser verificado na tabela 4.2.

Definidos os quesitos necessários, a sinalização foi então planejada e implantada durante a semana de 20 a 24 de Dezembro do ano de 2004. Inicialmente realizou-se a implantação das faixas de sinalização que utilizavam tinta padrão DNIT nos pontos de 01 a 09.

Posteriormente, voltou-se ao ponto 01 e iniciou-se a sinalização da tinta padrão DER 3.09, e por último, as faixas de tinta padrão DER 3.16. As faixas foram então identificadas, conforme demonstrado na figura 4.14.

As tintas foram aplicadas sem adição de microesferas de vidro (*premix* ou *drop on*), pois o objetivo do experimento foi avaliar o desempenho de cada tipo específico de tinta sem a adição de elementos que pudessem alterar sua durabilidade e resistência à ação do tráfego. Tomando-se por base o experimento realizado, buscou-se avaliar a durabilidade da sinalização implantada, analisando-se o desgaste dela quando exposta a variadas solicitações de tráfego encontradas comumente em vias urbanas.

Não foi objeto do estudo a avaliação da perda de retrorrefletividade da sinalização ao longo do tempo.



Figura 4.14 – Identificação das faixas de pintura aplicadas em cada ponto de ensaio.

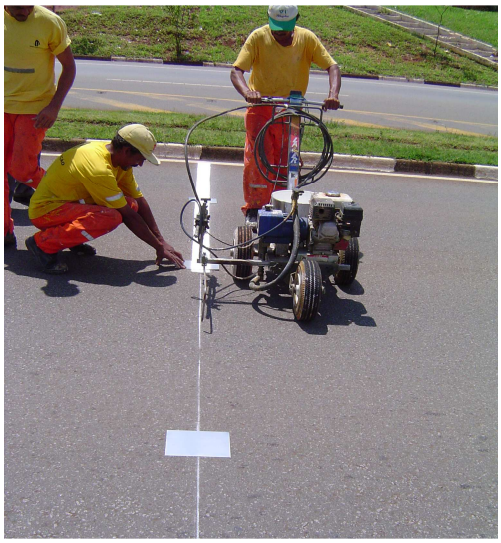


Figura 4.15 – Máquina de deslocamento manual (não auto-propelida).

Quanto à forma de aplicação, as faixas de sinalização foram aplicadas pelo processo de aspersão a frio, com máquina de deslocamento manual (não autopropelida) conforme demonstrado na figura 4.15. Durante a aplicação das faixas, a espessura do filme úmido de tinta foi controlada a fim de obter-se o valor mais homogêneo possível. Foram colhidas 3 (três) amostras de tinta para cada faixa (borda – eixo – borda) conforme demonstrado na figura 4.15. As leituras de filme úmido foram realizadas com o medidor tipo pente para cada amostra conforme ilustrado na figura 4.16.



Figura 4.16– Coleta das amostras de filme de pintura para medição da espessura de filme úmido com medidor tipo pente.

No total foram colhidas 81 amostras durante a pintura das faixas, em placas retangulares de alumínio com dimensões aproximadas de 215 mm x 160 mm conforme figuras 4.17 e 4.18.



Figura 4.17 – Foto do lado maior da placa de amostra.



Figura 4.18– Foto do lado menor da placa de amostra.

Após o devido tempo de secagem das amostras de tinta, foram realizadas 04 (quatro) leituras de filme seco para cada uma das amostras, através da utilização de um micrômetro em pontos previamente estabelecidos, conforme demonstram as figuras 4.19 e 4.20.



Figura 4.19– Leitura de filme seco.

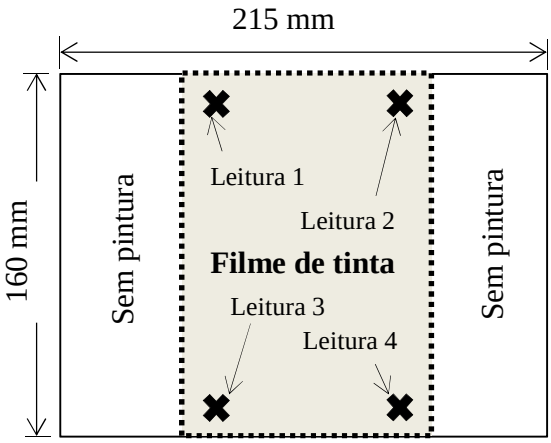


Figura 4.20 – Desenho da placa de amostra de pintura.

A leitura com o micrômetro foi realizada nos 4 (quatro) locais demonstrados na figura 4.20, sendo que a espessura de filme seco foi obtida conforme equação 4.1.

$$e_{FS} = e_C - e_P \qquad \text{(equação 4.1)}$$

onde:

e_{FS} = espessura de filme seco em milímetros;

e_C = espessura do conjunto (filme seco de pintura + placa) em milímetros, obtida através de leitura direta com micrômetro;

e_P = espessura padrão da placa em milímetros obtida através de leitura direta com micrômetro;

O Apêndice C apresenta todos os registros de leituras de filme úmido e seco obtidos durante a aplicação das faixas de pintura para cada local em estudo.

Paralelamente à implantação das faixas nos respectivos pontos de estudo, foram realizados levantamentos de VDM pelo pessoal de apoio da Prefeitura de Sumaré para cada via do estudo, já devidamente apresentados na tabela 4.1.

Posteriormente à pintura das respectivas faixas de tinta, foram efetuados 07 (sete) registros fotográficos ao longo do período de coleta de dados em campo.

Os registros foram efetuados para cada ponto, faixa de tráfego e respectivo tipo de tinta, visando a possibilitar a verificação do desgaste posterior que cada faixa de pintura aplicada apresentou devido à ação do tráfego ao qual estava sujeita.

As datas e os dias corridos entre os registros fotográficos são apresentados na tabela 4.3 – Cronologia de coleta das imagens.

Tabela 4.3 – Cronologia de coleta das imagens.

Número do registro	Data do registro fotográfico das imagens	Dias corridos acumulados	Intervalo entre os registros
1.	24 de Dezembro de 2004	0 - início	0 - início
2.	16 de Fevereiro de 2005	54	54
3.	20 de Abril de 2005	117	63
4.	13 de Julho de 2005	201	84
5.	18 de Agosto de 2005	237	36
6.	16 de Novembro de 2005	327	90
7.	04 de Abril de 2006	466	139

Os registros fotográficos sempre foram realizados no mesmo dia para todos os pontos. Informações complementares correlacionando os pontos do estudo, tipos de tintas utilizadas bem como data de coleta das imagens e sua respectiva numeração são apresentados na tabela D.1 do Apêndice D – Banco de Dados de Imagens.

As fotos foram obtidas através de uma câmera fotográfica de marca Pentax, modelo MZ-50, com lente objetiva 35 – 80 mm, regulada para *zoom* máximo.

As imagens foram registradas, utilizando-se filme fotográfico com película *ISO* 400. A altura de captação das imagens foi constante do solo, utilizando-se para isso de um tripé, conforme figura 4.21.



Figura 4.21– Ilustração do conjunto para captura das fotos.

A altura de captação das imagens foi de 38,5cm medidos da lente da câmera ao solo, conforme demonstram as figuras 4.22 e 4.23.



Figura 4.22 – Ilustração da altura de captura das imagens.



Figura 4.23 – Caracterização da altura de captura das imagens.

Após a captura das imagens, os filmes foram revelados e cada registro em papel foi digitalizado através de um *scanner* com resolução de 300 dpi (*dots per inch* – pontos por polegada).

Posteriormente à digitalização das imagens, montou-se um banco de dados com todos os registros fotográficos obtidos durante o período de coleta de dados, o qual é apresentado no Apêndice D e contém todas as imagens obtidas e consideradas no estudo, correlacionando essas imagens aos locais, tipos de tintas utilizadas e datas de coleta, conforme exemplificado na tabela 4.4 – Identificação de informações contidas no banco de dados e figura 4.24 – Exemplo de imagens contidas no banco de dados.

Tabela 4.4 – Identificação de informações contidas no Banco de Dados.

Ponto (1)	**Tipo de Tinta** (2)	**Faixa** (3)	**Mapa** (4)	**Datas** (5)				
				24/12/04	**16/02/05**	**20/04/05**	**13/07/05**	**18/08/05**
1	DER 3.16	2	1	004 (6)	058	112	166	220

Na tabela 4.4 são fornecidas as seguintes informações:

(1) – Ponto: Número identificador do ponto de experimento;
(2) – Tipo de tinta: Tipo de tinta utilizada;
(3) – Faixa de tráfego: Número identificador da faixa de tráfego no ponto de experimento;
(4) – Mapa: Número identificador do mapa relativo ao ponto de experimento;
(5) – Datas: Datas de coleta das imagens;
(6) – Número de identificação da foto no banco de dados.



Foto 011 **Foto 012** **Foto 013** **Foto 014**

Figura 4.24 – Exemplo de imagens contidas no banco de dados.

Formatado o banco de dados de imagens, elas foram submetidas a um critério de avaliação visual, o qual busca verificar a aplicabilidade da avaliação visual na determinação do índice de desgaste da sinalização sob a ação do tráfego.

Conforme apresentado e descrito no capítulo 2, utilizou-se para tanto, o método contido no *Design Manual for Roads and Bridges (2008)*.

Em razão da opção por não inclusão de microesferas de vidro na análise de desempenho da sinalização testada, tornou-se inapropriada a avaliação quanto aos quesitos de visibilidade noturna da sinalização.

Portanto, para avaliação apenas da visibilidade diurna, houve a necessidade de adaptação do texto proposto no método citado, tornando assim a avaliação proposta no presente estudo conforme a tabela 4.5, excluindo apenas os textos relativos à visibilidade noturna.

Tabela 4.5 – Tabela classificatória conforme o desgaste – critérios para análise de visibilidade diurna.

Avaliação da sinalização	**Classificação**
Não-existente	0
Pouco visível	1
Visível, porém com pontos desgastados	2
Algum desgaste visível	3
Desgaste muito pequeno	4
Nenhum desgaste	5

Fonte: Adaptado de *Design Manual for Roads and Bridges (2008)*.

Definido o critério de avaliação, as imagens foram submetidas à classificação pelo autor através da análise visual, sendo que foi atribuída para cada uma das imagens coletadas uma classificação, com base na tabela 4.5.

As figuras 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29 e 4.30 exemplificam o resultado da classificação realizada pelo autor.



Figura 4.25 – Foto 014, Classificação 5



Figura 4.26 – Foto 130, Classificação 4

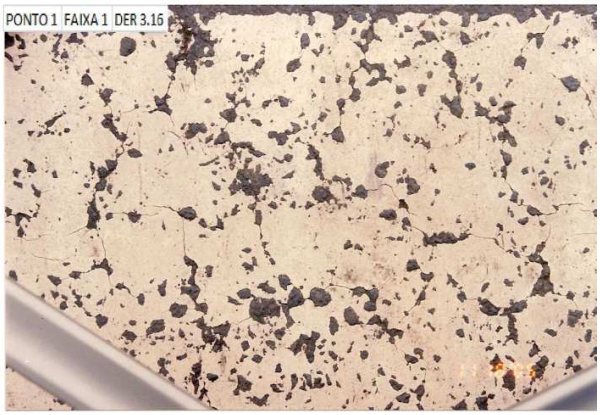


Figura 4.27 – Foto 271, Classificação 3



Figura 4.28 – Foto 325, Classificação 2



Figura 4.29 – Foto 343, Classificação 1

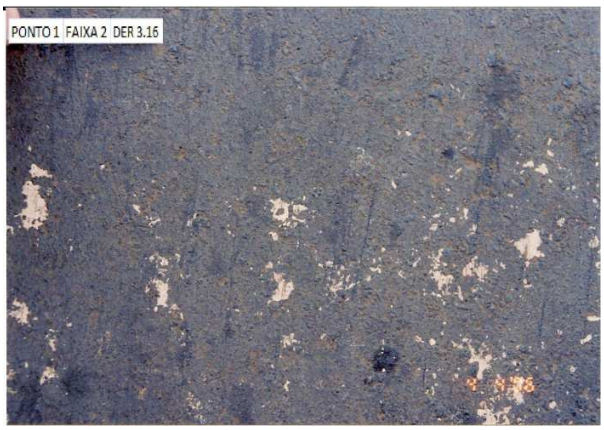


Figura 4.30 – Foto 328, Classificação 0

A classificação pelo autor de todas as imagens colhidas durante o período de análise é apresentada no Apêndice D, tabela D.2 – Classificação das imagens pelo autor quanto ao desgaste, a qual correlaciona o número de cada foto ao seu respectivo ponto de estudo e à classificação visual de desgaste, baseada na tabela 4.5.

Após a classificação das fotos, foi realizada uma análise qualitativa dos resultados, onde foram retiradas algumas imagens que provavelmente foram colhidas de maneira insatisfatória durante o experimento de campo, isto é, possivelmente pela não localização adequada do ponto de coleta da imagem ou por inobservância dos mapas de sinalização de campo durante a coleta das imagens.

As imagens excluídas do Apêndice D, tabela D.1 foram as de número 167, 217, 219, 220, 222, 223, 225, 226, 228, 229, 231 e 234.

Houve também duas imagens que se perderam durante a revelação do filme fotográfico. Foram elas as de número 194 e 252.

Ao todo não foram aproveitadas 14 imagens (3,7% de perdas), o que foi considerado satisfatório para a realização do estudo.

A fim de complementar a classificação geral das imagens, para todas as imagens excluídas e/ou perdidas foram repetidas as classificações coletadas na data imediatamente posterior às mesmas.

Existiram ainda outras imagens que deixaram de ser coletadas devido à sinalização que, naquele ponto de estudo, atingiu a classificação 0, ou seja, ausência total de sinalização.

As imagens citadas são as de número 205 a 207,259 a 264, 313 a 318 e 367 a 372.

4.3. Apresentação e análise dos resultados obtidos pela avaliação do autor

Finalizada a classificação geral preliminar das imagens realizada pelo autor, determinou-se uma classificação limite, onde a sinalização existente ainda permanecia visível; para tanto, com base na tabela 4.5, definiu-se a classificação limite como sendo a de número 2, significando que a sinalização ainda estava visível, porém apresentando pontos desgastados.

Embasado nos preceitos descritos anteriormente, passou-se então a avaliar o desempenho obtido por cada tipo de tinta e em cada ponto de estudo e sua respectiva faixa de tráfego, e posteriormente, foram realizadas análises cruzadas, correlacionando os pontos que estavam situados na mesma via.

Considerou-se para efeito das análises apresentadas que o desgaste da sinalização ocorreu de maneira linear entre as datas de coleta das imagens citadas na tabela 4.3. Não foi possível obter dados relativos a variações climáticas nem variações sazonais de fluxo de tráfego durante o período de análise.

4.3.1. Avaliação individual por ponto e por faixa:

a) Avaliação de desempenho do Ponto 1, Faixa 1

As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.6.

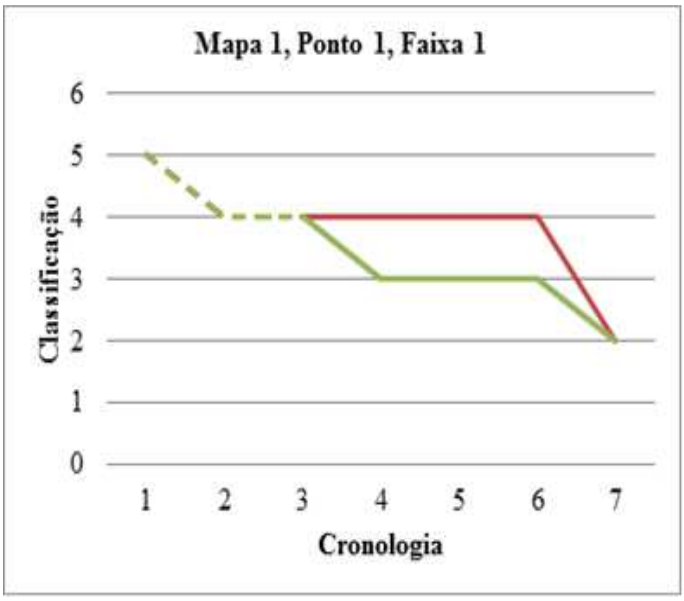
Tabela 4.6 – Condições típicas do Ponto 1, Faixa 1.

Local: Avenida Antonio Pereira de Camargo Neto
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):8380
Fluxo de tráfego: Bidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículos pesados (VP)
Aspecto específico operacional: Aceleração leve (AL)
Tipo de greide: Plano (GP)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Observando-se a figura 4.31 percebe-se que durante as coletas de imagens realizadas nas datas de 01(24/12/2004) e 03 (20/04/2005), a classificação de todas as tintas conforme tabela 4.5 foi idêntica para o local em estudo.

Durante o período compreendido entre 04 (13/07/2005) e 06 (16/11/2005) as tintas padrão DER 3.16 e DNIT apresentaram a mesma classificação, porém a tinta padrão DER 3.09 apresentou uma classificação superior para este mesmo período em relação aos outros dois tipos de tinta.

Na classificação realizada na data 07 (04/04/2006), é possível verificar que todos os tipos de tinta apresentaram a mesma avaliação, ou seja, classificação 2.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

DER 3.09
DNIT / DER 3.16
DNIT / DER 3.16 / DER 3.09

Figura 4.31– Mapa 1, Ponto 1, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

b) Avaliação de desempenho do Ponto 1, Faixa 2

As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Condições típicas do Ponto 1, Faixa 2.

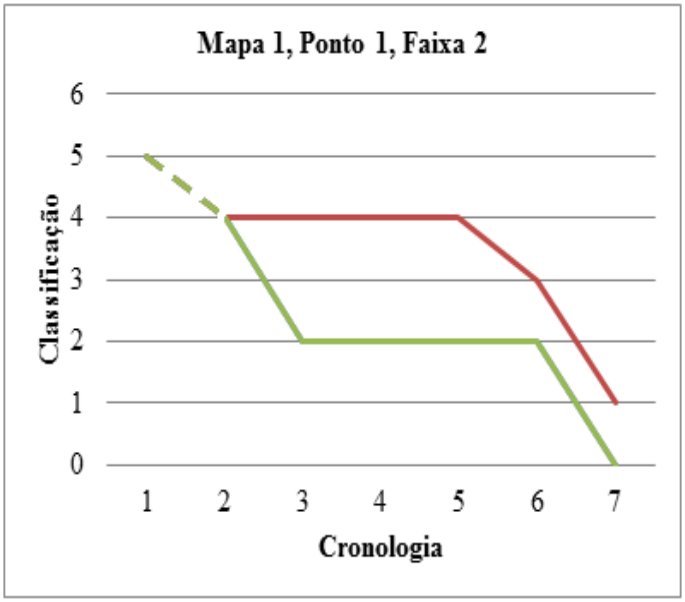
Local: Avenida Antonio Pereira de Camargo Neto
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):8380
Fluxo de tráfego: Bidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo pesado (VP)
Aspecto específico operacional: Desaceleração leve (DL)
Tipo de greide: Plano (GP)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Observando-se a figura 4.32 percebe-se que durante as coletas de imagens realizadas nas datas 01 (24/12/2004) e 02 (16/02/2005), a classificação de todas as tintas conforme tabela 4.5 foi idêntica para o local em estudo.

Considerando-se o período compreendido entre 03(20/04/2005) e 07(04/04/2006), as tintas padrão DER 3.16 e DNIT apresentaram a mesma classificação, porém a tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação bem superior se comparada aos outros dois tipos de tinta para o mesmo período.

Percebe-se que na data 06 (16/11/2005), todas as tintas apresentavam ainda classificação maior ou igual a 2.

A tinta padrão DER 3.09 apresentou avaliação igual ou maior que as demais durante todo o período de análise, sugerindo através da figura uma maior resistência ao desgaste.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

Figura 4.32 – Mapa 1, Ponto 1, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

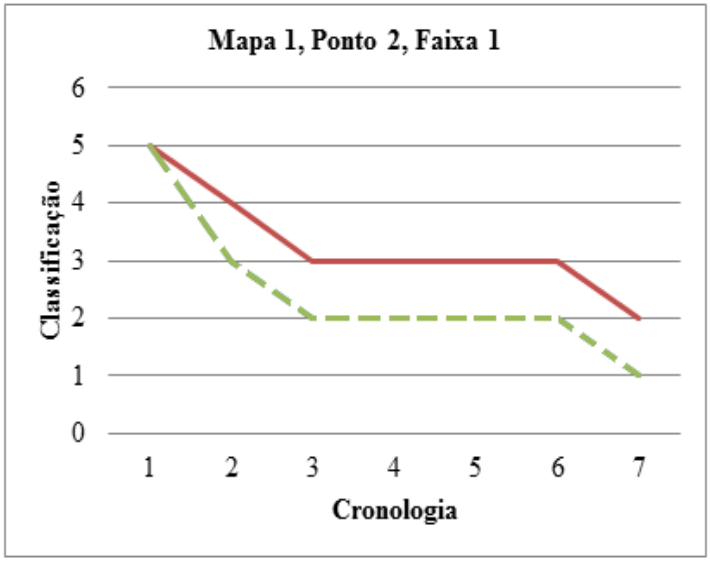
c) Avaliação de desempenho do Ponto 2, Faixa 1

As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Condições típicas do Ponto 2, Faixa 1.

Local: Avenida Antonio Pereira de Camargo Neto
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):8380
Fluxo de tráfego: Bidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo Pesado (VP)
Aspecto específico operacional: Movimento uniforme (MU)
Tipo de greide: Plano (GP)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Analisando a figura 4.33 nota-se que durante as coletas de imagens realizadas no período compreendido entre 02 (16/02/2005) e 07 (04/04/2006), a classificação conforme tabela 4.5 das tintas padrão DER 3.16 e DNIT foi idêntica para o local em estudo. Percebe-se ainda que as tintas DER3.16 e DNIT ainda estavam visíveis na data 06 (16/11/2005); já a tinta padrão DER 3.09 apresentou visibilidade até a data 07, o que sugere uma maior vida útil perante as demais, além de apresentar melhor classificação durante todo o período em análise.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

DER 3.09
DNIT / DER 3.16

Figura 4.33 – Mapa 1, Ponto 2, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

d) Avaliação de desempenho do Ponto 2, Faixa 2

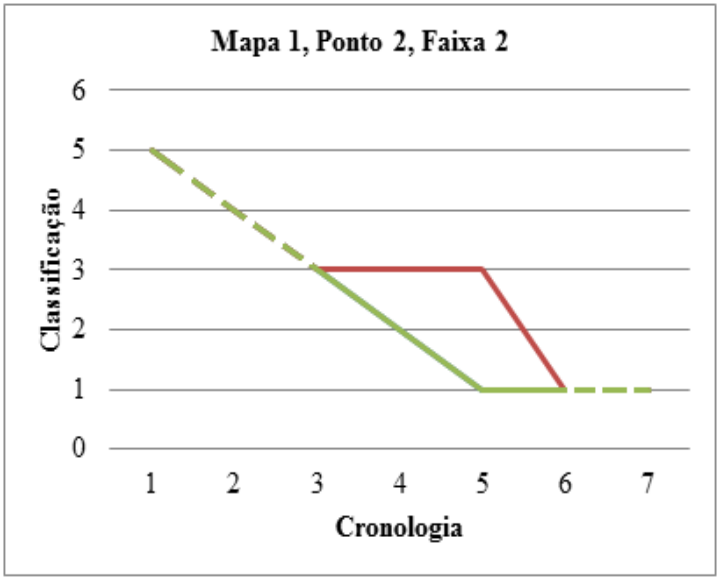
As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Condições típicas do Ponto 2, Faixa 2.

Local: Avenida Antonio Pereira de Camargo Neto
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):8380
Fluxo de tráfego: Bidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo Pesado (VP)
Aspecto específico operacional: Aceleração leve (AL)
Tipo de greide: Plano (GP)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Observando a figura 4.34, percebe-se que durante as coletas de imagens realizadas no período compreendido entre 02 (16/02/2005) e 07 (04/04/2006), a classificação conforme tabela 4.5 das tintas padrão DER 3.16 e DNIT foi idêntica para o local em estudo, sendo que as imagens permaneceram visíveis até a data 04 (13/07/2005).

A tinta padrão DER 3.09 apresentou visibilidade um pouco além da data 05 (18/08/2005).



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

DER 3.09
DNIT / DER 3.16
DNIT / DER 3.16 / DER 3.09

Figura 4.34 – Mapa 1, Ponto 2, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

Considerando-se um ponto médio entre as escalas cronológicas 05 e 06 (16/11/2005), encontra-se teoricamente o valor classificatório de 2 para a tinta DER 3.09, o que representa em tese um aumento de vida útil perante as demais, para esse tipo de tinta e nas mesmas condições.

Observa-se, portanto, que a tinta padrão DER 3.09 apresentou desempenho igual ou superior ao das demais tintas durante o período do estudo.

e) Avaliação de desempenho do Ponto 3, Faixa 1

As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.10.

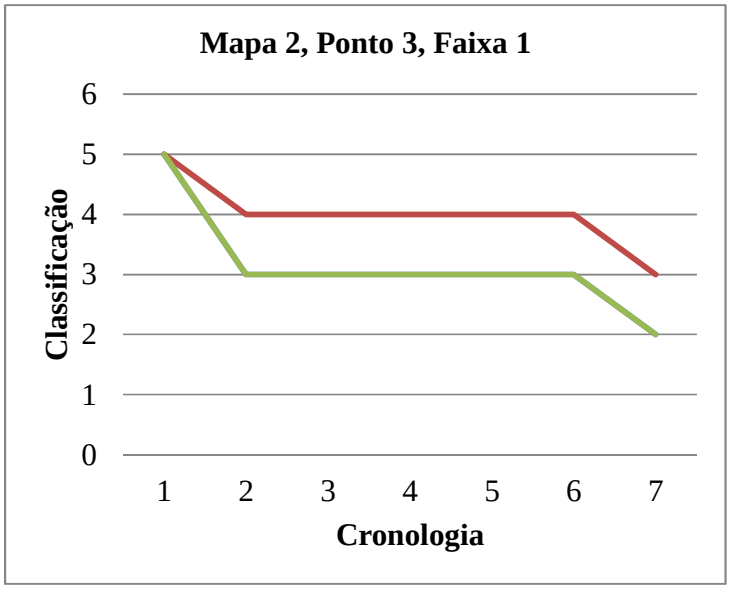
Tabela 4.10 – Condições típicas do Ponto 3, Faixa 1.

Local: Avenida Júlio de Vasconcellos
Classe da via: Trânsito rápido (TR)
VDM (veic./dia):9849
Fluxo de tráfego: Unidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo leve (VL)
Aspecto específico operacional: Aceleração moderada (AM)
Tipo de greide: Plano (GP)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Analisando a figura 4.35 observa-se que durante as coletas de imagens realizadas no período compreendido de 02(16/02/2005) e 07(04/04/2006), a classificação conforme tabela 4.5 das tintas padrão DER 3.16 e DNIT foi idêntica para o local em estudo e ainda estavam visíveis na data 07.

Já a tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação superior aos outros dois tipos de tinta para o mesmo período.

A tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação 3 na data 07; ressalta-se que ela apresentou classificação superior às outras duas durante todo o período do estudo, o que sugere uma maior resistência ao desgaste imposto pelo tráfego durante o período do estudo.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

DER 3.09

DNIT
DER 3.16

Figura 4.35 – Mapa 2, Ponto 3, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

f) Avaliação de desempenho do Ponto 3, Faixa 2

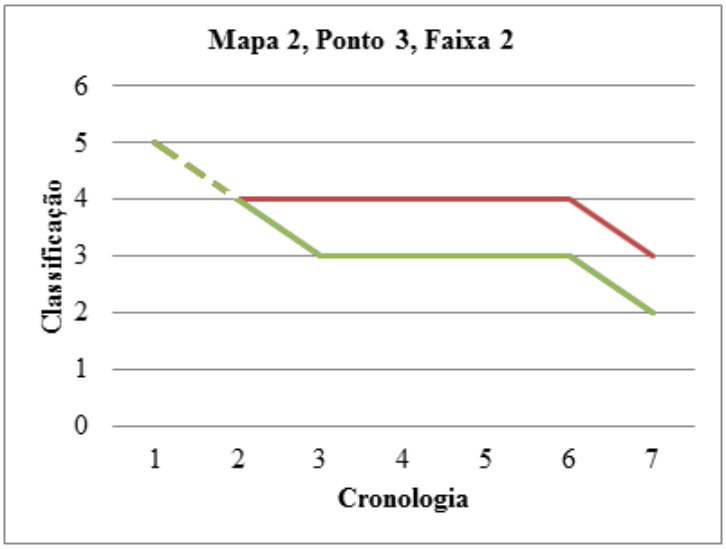
As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.11.

Tabela 4.11 – Condições típicas do Ponto 3, Faixa 2.

Local: Avenida Júlio de Vasconcellos
Classe da via: Trânsito rápido (TR)
VDM (veic./dia):9849
Fluxo de tráfego: Unidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo leve (VL)
Aspecto específico operacional: Aceleração moderada (AM)
Tipo de greide: Plano (GP)
Tipo de traçado: Curva moderada (CM)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Com base na figura 4.36 observa-se que durante as coletas de imagens realizadas no período compreendido entre 02 (16/02/2005) e 07 (04/04/2006), a classificação conforme tabela 4.5 das tintas padrão DER 3.16 e DNIT foi idêntica para o local em estudo, sendo que elas permaneceram ainda visíveis na data 07. A tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação superior aos outros dois tipos de tinta para o mesmo período, exceto nas datas 01 e 02(16/02/2005) onde todos os tipos de tinta apresentaram classificação idêntica.

Ressalta-se ainda que, além da tinta padrão DER 3.09 apresentar um desempenho igual ou superior às outras duas durante todo o período de análise, também possuía classificação 3 na data 07, o que sugere uma maior resistência ao desgaste imposto pelo tráfego durante o período do estudo.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

DER 3.09
DNIT / DER 3.16
DNIT / DER 3.16 / DER 3.09

Figura 4.36 – Mapa 2, Ponto 3, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

g) Avaliação de desempenho do Ponto 4, Faixa 1

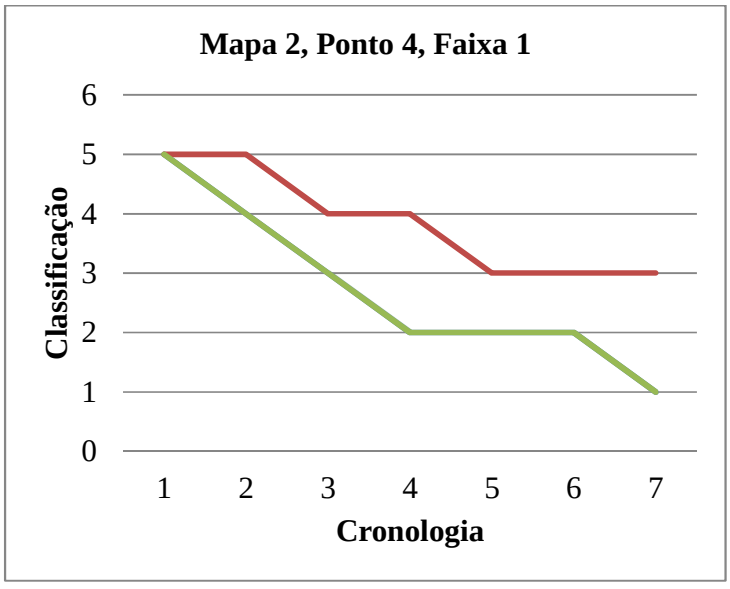
As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.12.

Tabela 4.12 – Condições típicas do Ponto 4, Faixa 1.

Local: Avenida Júlio de Vasconcellos
Classe da via: Trânsito rápido (TR)
VDM (veic./dia):9849
Fluxo de tráfego: Unidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo leve (VL)
Aspecto específico operacional: Movimento uniforme (MU)
Tipo de greide: Declive, ângulo de inclinação de 4.72^{o}(GD)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Analisando a figura 4.37 observa-se que, durante as coletas de imagens realizadas no período compreendido entre 02 (16/02/2005) e 07 (04/04/2006), a classificação conforme tabela 4.5 das tintas padrão DER 3.16 e DNIT foi idêntica para o local em estudo.

Já a tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação superior aos outros dois tipos de tinta para o mesmo período.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

DER 3.09

DNIT
DER 3.16

Figura 4.37 – Mapa 2, Ponto 4, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

Observa-se que as tintas DER 3.16 e DNIT ainda estavam visíveis na data 06 (16/11/2005). Já a tinta padrão DER 3.09 ainda apresentava classificação 3 na data 07, apresentando também desempenho superior às outras duas durante todo o período do estudo, o que sugere uma maior resistência ao desgaste imposto pelo tráfego para o local analisado.

h) Avaliação de desempenho do Ponto 4, Faixa 2

As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.13.

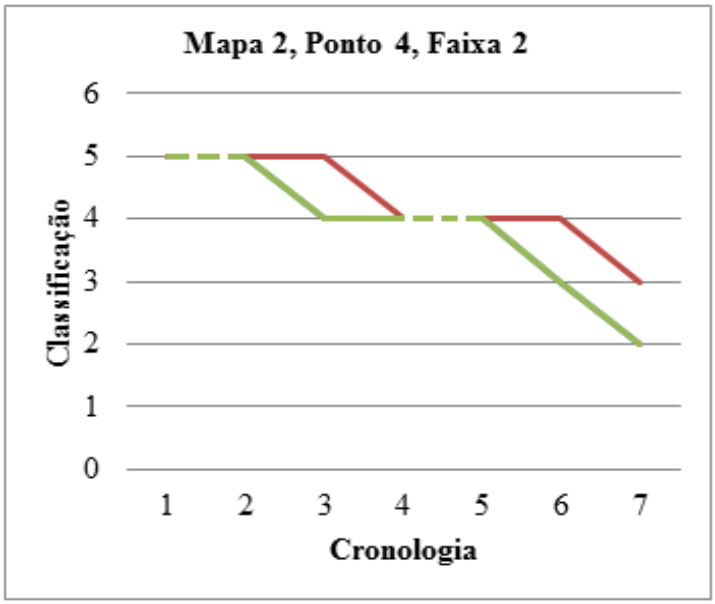
Tabela 4.13 – Condições típicas do Ponto 4, Faixa 2.

Local: Avenida Júlio de Vasconcellos
Classe da via: Trânsito rápido (TR)
VDM (veic./dia):9849
Fluxo de tráfego: Unidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo leve (VL)
Aspecto específico operacional: Movimento uniforme (MU)
Tipo de greide: Declive, ângulo de inclinação de 4.72^{o}(GD)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Com base na figura 4.38 observa-se que durante as coletas de imagens realizadas no período compreendido entre 02 (16/02/2005) e 07 (04/04/2006), a classificação conforme tabela 4.5 das tintas padrão DER 3.16 e DNIT foram idênticas para o local em estudo.

A tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação superior às demais durante as datas de leitura 03 (20/04/2005), 06 (16/11/2005) e 07.

As tintas DER 3.16 e DNIT ainda são visíveis na data 07; já a tinta padrão DER 3.09 ainda apresentava classificação 3 na data 07, o que sugere uma maior resistência ao desgaste imposto pelo tráfego para o local analisado.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

DER 3.09
DNIT / DER 3.16
DNIT / DER 3.16 / DER 3.09

Figura 4.38 – Mapa 2, Ponto 4, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

i) Avaliação de desempenho do Ponto 5, Faixa 1

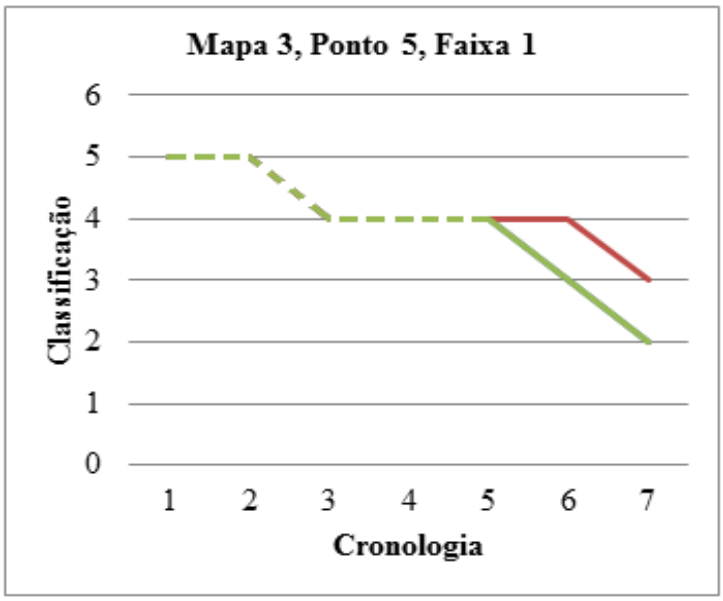
As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.14.

Tabela 4.14 – Condições típicas do Ponto 5, Faixa 1.

Local: Avenida Fuad Assef Maluf
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):7554
Fluxo de tráfego: Unidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo pesado (VP)
Aspecto específico operacional: Aceleração leve (AL)
Tipo de greide: Plano (GP)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Considerando a figura 4.39, observa-se que para as coletas de imagens realizadas no período compreendido entre 01 (24/12/2004) e 05 (18/08/2005), a classificação conforme tabela 4.5 dos três tipos de tinta foi idêntica, porém, para as imagens registradas nas datas 06 (16/11/2005) e 07(04/04/2006), somente as tintas padrão DER 3.16 e DNIT apresentaram classificação idêntica; já a tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação superior às outras duas para as mesmas datas (06 e 07).

Observa-se que as tintas DER 3.16 e DNIT ainda estavam visíveis na data 07. A tinta padrão DER 3.09 ainda apresentava classificação 3 na data 07.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

DER 3.09
DNIT / DER 3.16
DNIT / DER 3.16 / DER 3.09

Figura 4.39 – Mapa 3, Ponto 5, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

j) Avaliação de desempenho do Ponto 5, Faixa 2

As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.15.

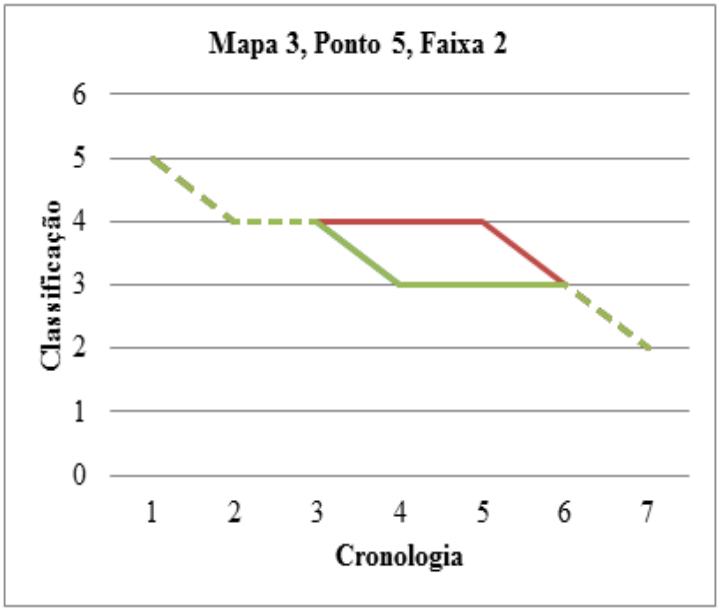
Tabela 4.15 – Condições típicas do Ponto 5, Faixa 2.

Local: Avenida Fuad Assef Maluf
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):7554
Fluxo de tráfego: Unidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo pesado (VP)
Aspecto específico operacional: Aceleração leve (AL)
Tipo de greide: Plano (GP)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Com base na figura 4.40 observa-se que durante as coletas de imagens realizadas no período compreendido entre 01 (24/12/2004) e 07 (04/04/2006), a classificação conforme tabela 4.5 das tintas padrão DER 3.16 e DNIT foi idêntica para o local em estudo.

Por outro lado, a tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação superior aos outros dois tipos de tinta durante o período de 03 (20/04/2005) e 05 (18/08/2005), sendo que para as demais datas obteve a mesma classificação, o que sugere um desempenho melhor.

Os três tipos de tinta ainda permaneciam com classificação 2 na data 07.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

DER 3.09
DNIT / DER 3.16
DNIT / DER 3.16 / DER 3.09

Figura 4.40 – Mapa 3, Ponto 5, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

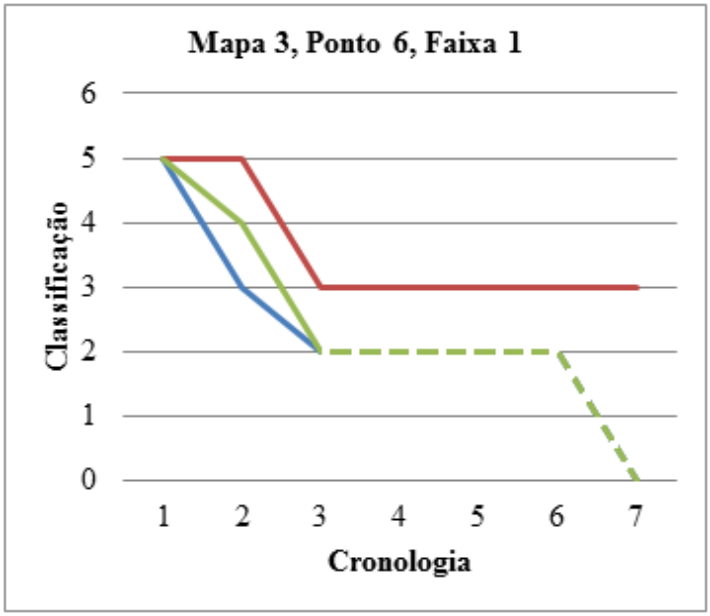
k) Avaliação de desempenho do Ponto 6, Faixa 1

As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.16.

Tabela 4.16 – Condições típicas do Ponto 6, Faixa 1.

Local: Avenida FuadAssef Maluf
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):13280
Fluxo de tráfego: Bidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo pesado (VP)
Aspecto específico operacional: Aceleração leve (AL)
Tipo de greide: Plano (GP)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Analisando a figura 4.41 observa-se que durante as coletas de imagens realizadas no período compreendido entre 03 (20/04/2005) e 07 (04/04/2006), a classificação conforme tabela 4.5 das tintas padrão DER 3.16 e DNIT foram idênticas para o local em estudo; já para a data 02 (16/02/2005), a tinta padrão DNIT apresentou classificação superior à tinta padrão DER 3.16.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

Figura 4.41 – Mapa 3, Ponto 6, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

As tintas DER 3.16 e DNIT permaneceram com classificação 2 da data 03 até a data 06 (16/11/2005). Durante o período de 02 a 07, a tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação superior às demais, sendo que na data 07 (04/Abril/2006) ela apresentava classificação 3, o que sugere uma vida útil superior se comparada às demais.

l) Avaliação de desempenho do Ponto 6, Faixa 2

As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.17.

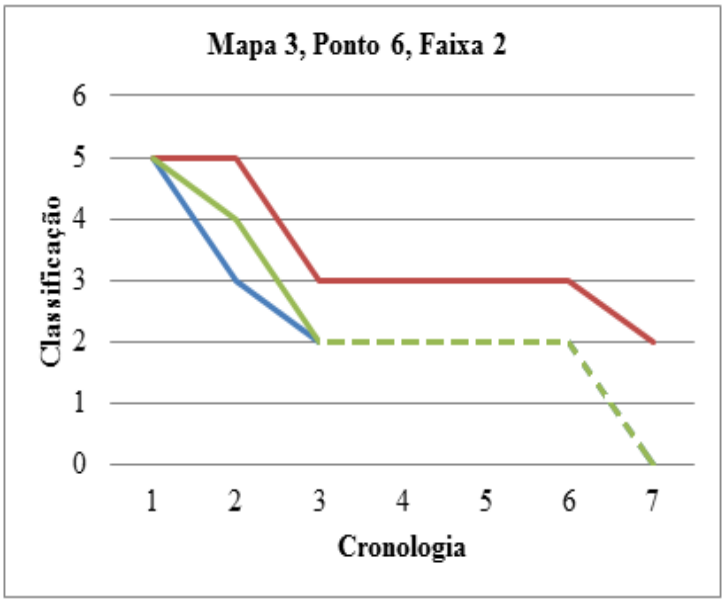
Tabela 4.17 – Condições típicas do Ponto 6, Faixa 2.

Local: Avenida Fuad Assef Maluf
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):13280
Fluxo de tráfego: Bidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo pesado (VP)
Aspecto específico operacional: Aceleração leve (AL)
Tipo de greide: Plano (GP)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Analisando a figura 4.42 observa-se que durante as coletas de imagens realizadas no período compreendido entre 03 (20/04/2005) e 07 (04/04/2006), a classificação conforme tabela 4.5 das tintas padrão DER 3.16 e DNIT foram idênticas para o local em estudo; já para a data 02 (16/02/2005), a tinta padrão DNIT apresentou classificação superior à tinta padrão DER 3.16.

As tintas DER 3.16 e DNIT permaneceram com classificação 2 da data 03 até a data 06 (16/11/2005).

Durante o período de 02 a 07, a tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação superior às demais, sendo que na data 07 ela apresentava classificação 3, o que sugere uma vida útil superior às demais.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

DER 3.16 DNIT
DER 3.09 DNIT/DER 3.16

Figura 4.42 – Mapa 3, Ponto 6, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

m) Avaliação de desempenho do Ponto 7, Faixa 1

As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.18.

Tabela 4.18 – Condições típicas do Ponto 7, Faixa 1.

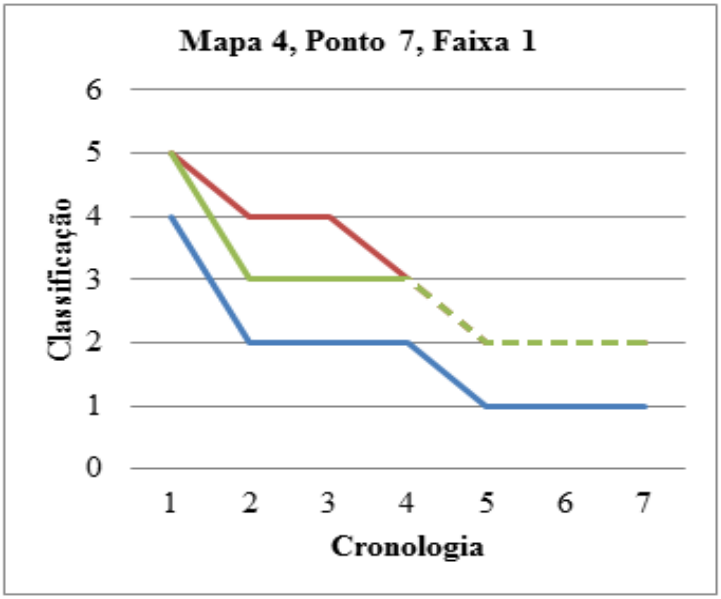
Local: Avenida 3M
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):14080
Fluxo de tráfego: Unidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo leve (VL)
Aspecto específico operacional: Aceleração moderada (AM)
Tipo de greide: Plano (GP)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Com base na figura 4.43 observa-se que já na data 01, a tinta padrão DER 3.16 apresentou classificação conforme tabela 4.5 inferior às demais tintas. Na data 02 (16/02/2005), a tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação superior à tinta padrão DNIT e também classificação superior à tinta padrão DER 3.16.

Durante o período de 04 (13/07/2005) e 07 (04/04/2006), as tintas padrão DER 3.09 e DNIT apresentaram classificação 2, sendo ambas superiores à tinta padrão DER 3.16 (classificação 1) para o mesmo período de análise.

A tinta DER 3.16 permaneceu visível (classificação 2) até a data 04.

Durante todo o período em estudo, a tinta padrão DNIT obteve classificação sempre um ponto acima da tinta padrão DER 3.16. A tinta DER 3.09 apresentou classificação superior à tinta DNIT durante as datas de 02 e 03 (20/04/2005).



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

Figura 4.43 – Mapa 4, Ponto 7, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

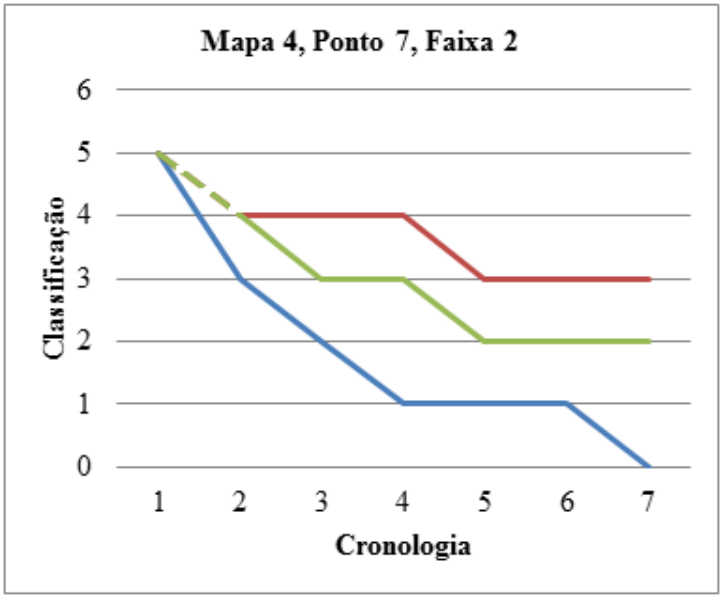
n) Avaliação de desempenho do Ponto 7, Faixa 2

As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.19.

Tabela 4.19 – Condições típicas do Ponto 7, Faixa 2.

Local: Avenida 3M
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):14080
Fluxo de tráfego: Unidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo leve (VL)
Aspecto específico operacional: Aceleração moderada (AM)
Tipo de greide: Plano (GP)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Observa-se na figura 4.44 que da data 02 (16/02/2005) em diante, a tinta padrão DER 3.16 apresentou classificação conforme tabela 4.5 inferior às demais tintas. No período compreendido entre 03 (20/04/2005) e 07 (04/04/2006), a tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação superior à tinta padrão DNIT que também apresentou classificação superior à tinta padrão DER 3.16. A tinta DER 3.16 permaneceu visível (classificação 2) até a data 03.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

Figura 4.44 – Mapa 4, Ponto 7, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

A tinta DNIT permaneceu com classificação 2 até a data 07; já a tinta DER 3.09 apresentou na data 07 classificação 3, o que sugere uma vida útil superior às demais, além de apresentar um desempenho maior do que a tinta DNIT para o local em estudo.

o) Avaliação de desempenho do Ponto 8, Faixa 1

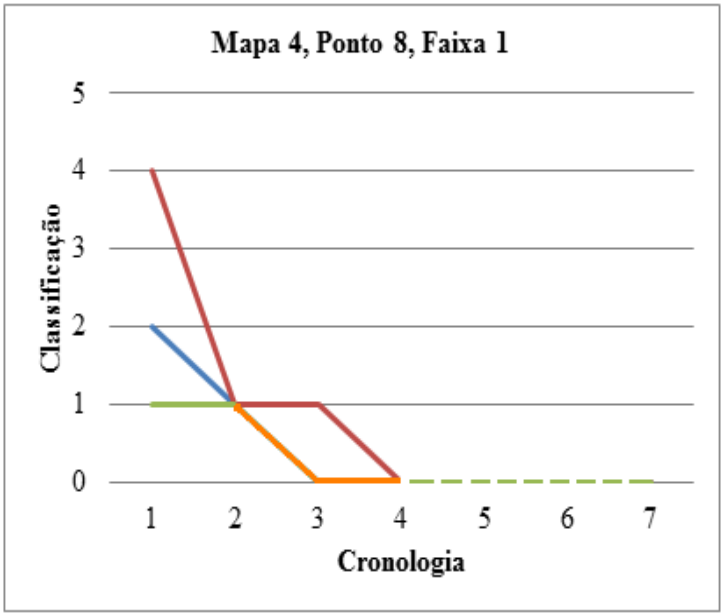
As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.20.

Tabela 4.20 – Condições típicas do Ponto 8, Faixa 1.

Local: Avenida 3M
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):14080
Fluxo de tráfego: Unidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo leve (VL)
Aspecto específico operacional: Aceleração moderada (AM)
Tipo de greide: Aclive, ângulo de inclinação de 8.85^{o} (GA)
Tipo de traçado: Curva acentuada (CA)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Analisando a figura 4.45 percebe-se que já na data 01 (24/12/2004), a tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação conforme tabela 4.5 superior à tinta padrão DER 3.16 que por sua vez apresentou classificação superior à tinta padrão DNIT; porém, na data 02 (16/02/2005) todas as tintas apresentaram classificação idêntica e grande desgaste (classificação 1). Na data 03 (20/04/2005), a tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação 1, sendo que as demais já haviam se apagado completamente (classificação 0) na mesma data. Na data 04 (13/07/2005) a tinta DER 3.09 apresentou desgaste total da sinalização. Através da observação da figura 4.45, pode-se notar ainda que a tinta DER 3.09 apresentou na data 01 uma perda de classificação de 5 para 4; devido ao lapso temporal entre a aplicação das faixas de tinta e os registros fotográficos realizados na data 01. Pode-se concluir que a perda de classificação de 5 para 4 ocorreu em aproximadamente 7 dias. Tal desgaste também foi notado no mesmo período para a tinta DER 3.16 (classificação 2) e para a tinta DNIT (classificação 1), sugerindo, assim, que todas as tintas sofreram um grande desgaste em um curto espaço de tempo.

Pode-se notar, portanto, que a vida útil dos três tipos de tinta utilizados neste local foi muito reduzida, resultando em um dos casos mais severos de ação do tráfego sobre a sinalização.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

Figura 4.45 – Mapa 4, Ponto 8, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

p) Avaliação de desempenho do Ponto 8, Faixa 2

As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.21.

Tabela 4.21 – Condições típicas do Ponto 8, Faixa 2.

Local: Avenida 3M
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):14080
Fluxo de tráfego: Unidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo leve (VL)
Aspecto específico operacional: Aceleração moderada (AM)
Tipo de greide: Aclive, ângulo de inclinação de 8.85^{o} (GA)
Tipo de traçado: Curva acentuada (CA)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Com base na figura 4.46 observa-se que para a data 01(24/12/2004), a tinta padrão DER 3.09 apresentou classificação conforme tabela 4.5 superior à tinta padrão DNIT que, por sua vez apresentou classificação superior à tinta padrão DER 3.16.

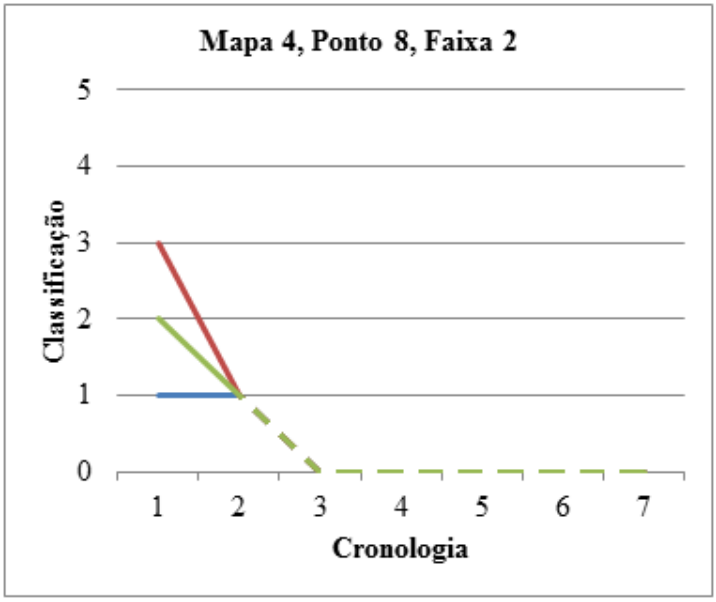
Já na data 02(16/02/2005), todas as tintas apresentaram classificação idêntica e grande desgaste (classificação 1).

Na data 03(20/04/2005), todas as tintas apresentaram classificação 0, momento este em que foi constatado o desgaste total da sinalização.

A tinta DER 3.09 apresentou na data 01 uma perda de classificação de 5 para 3. Tal perda também foi notada na mesma data para a tinta DNIT (classificação 2) e para a tinta DER 3.16 (classificação 1).

Em virtude das sinalizações dos locais terem sido realizadas durante uma semana, pode-se concluir que todas as tintas sofreram um grande desgaste em um curto período de tempo.

Este local de estudo representou o caso mais severo de ação do tráfego sobre a sinalização implantada.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

Figura 4.46 – Mapa 4, Ponto 8, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

q) Avaliação de desempenho do Ponto 9, Faixa 1

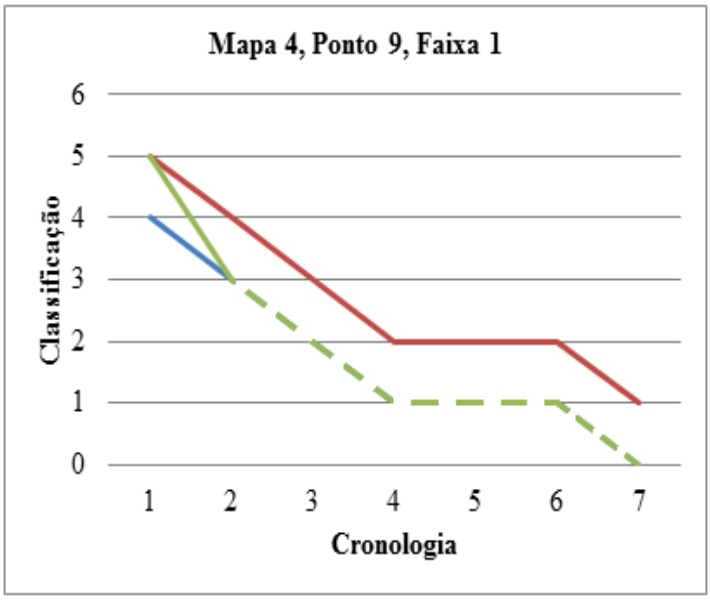
As características relativas ao fluxo de tráfego e construção da via são descritas na tabela 4.22.

Tabela 4.22 – Condições típicas do Ponto 9, Faixa 1.

Local: Avenida 3M
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):14080
Fluxo de tráfego: Unidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo leve (VL)
Aspecto específico operacional: Aceleração moderada (AM)
Tipo de greide: Aclive, ângulo de inclinação de 14.72^{o} (GA)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Com base na figura 4.47 observa-se que para a data 01 (24/12/2004), as tintas padrão DER 3.09 e DNIT apresentaram classificação 5 conforme tabela 4.5, porém superior à tinta padrão DER 3.16 que apresentou classificação 4 na mesma data. Durante o período compreendido entre 02 (16/02/2005) e 07 (04/04/2006), as tintas padrão DNIT e DER 3.16 apresentaram a mesma classificação, porém, inferiores à classificação da tinta padrão DER 3.09. Na data 07 as tintas padrão DNIT e DER 3.16 apresentaram desgaste total (classificação 0), enquanto a tinta padrão DER 3.09 ainda apresentava classificação 1.

As tintas DER 3.16 e DNIT na data 03 (20/04/2005) apresentaram classificação 2, já a tinta DER 3.09 apresentou classificação 2 até a data 06 (16/11/2005), mostrando-se mais resistente do que as demais para o local em estudo.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

Figura 4.47 – Mapa 4, Ponto 9, Faixa 1 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

r) Avaliação de desempenho do Ponto 9, Faixa 2

O local acima identificado caracteriza-se conforme tabela 4.23. A partir da análise da figura 3.34, percebe-se que para a data 01 (24/12/2004), a tinta padrão DER 3.16 apresentava classificação 4 conforme tabela 4.5, sendo esta inferior às tintas padrão DER 3.09 e DNIT, que apresentavam classificação 5 na mesma data.

Tabela 4.23 – Condições típicas do Ponto 9, Faixa 2.

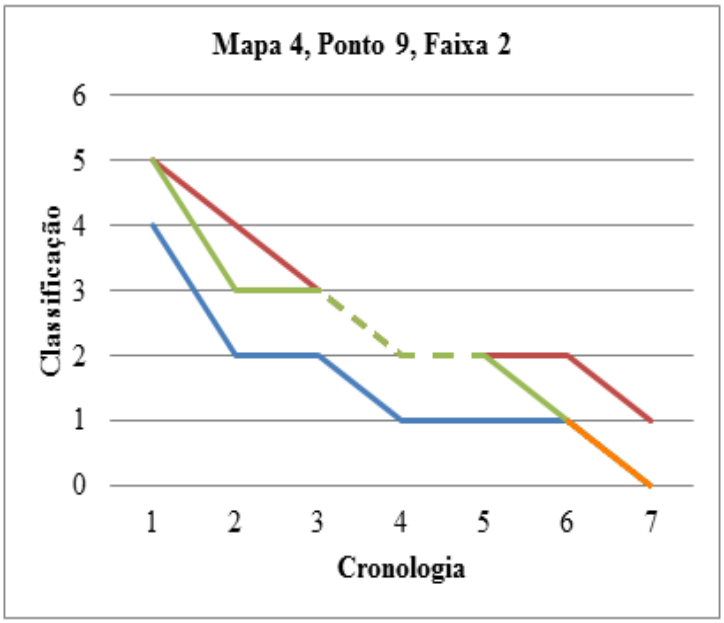
Local: Avenida 3M
Classe da via: Arterial (AR)
VDM (veic./dia):14080
Fluxo de tráfego: Unidirecional
Tipo de veículo predominante: Veículo leve (VL)
Aspecto específico operacional: Aceleração moderada (AM)
Tipo de greide: Aclive, ângulo de inclinação de 14.72^{o} (GA)
Tipo de traçado: Tangente (TG)
Macrotextura do revestimento: Fechada

Na data 02 (16/02/2005), a tinta DER 3.09 apresentava classificação 4. Essa classificação é superior à tinta padrão DNIT que, por sua vez apresentava classificação 3, superior à tinta padrão DER 3.16 (classificação 2).

No período compreendido entre 03 (20/04/2005) e 05 (18/08/2005), as tintas DER 3.09 e DNIT apresentavam a mesma classificação, porém superior à tinta DER 3.16. No período compreendido entre 06 (16/11/2005) e 07 (04/04/2006), a tinta padrão DNIT apresentou a mesma classificação que a DER 3.16, porém inferior à tinta padrão DER 3.09.

Ressalta-se que na data 07, as tintas padrão DNIT e DER 3.16 haviam-se apagado completamente (classificação 0), enquanto a tinta DER 3.09 ainda possuía classificação 1.

A tinta DER 3.16 manteve bom desempenho até a data 03, onde apresentou classificação 2; já a tinta DNIT manteve a classificação 2 até a data 05 e a tinta DER 3.09 até a data 06, passando para classificação 1 após essa data.



Cronologia de coleta das imagens		
Número do registro	**Dias corridos acumulados**	**Intervalo entre os registros**
1	0 – início	0 – início
2	54	54
3	117	63
4	201	84
5	237	36
6	327	90
7	466	139

DER 3.09 DNIT DER 3.16
DNIT/DER 3.09 DNIT/DER 3.16

Figura 4.48 – Mapa 4, Ponto 9, Faixa 2 - Variação da classificação da sinalização ao longo do tempo.

4.3.2. Avaliação comparativa entre pontos do estudo:

Após a avaliação individual de cada ponto e sua respectiva faixa, passou-se a comparação dos resultados obtidos entre os pontos situados na mesma via, objetivando-se encontrar resultados convergentes de desempenho das tintas avaliadas. Como elemento facilitador da correlação das variáveis presentes em cada ponto de interesse foi criada a tabela 4.24 – Durabilidade encontrada para cada tipo de tinta e seu respectivo ponto de estudo, a qual possui todas as informações compiladas para cada ponto do experimento de campo.

A tabela 4.24 apresenta os resultados compilados sobre a durabilidade em dias encontrada para cada tipo de tinta e em cada ponto de estudo durante o experimento de campo realizado. Para o preenchimento das respectivas durabilidades foi considerado o estado que cada tipo de tinta apresentou classificação 2 ou superior durante o período do estudo (conforme tabela 4.5e data limite 7- 466 dias, conforme tabela 4.3).

As análises que virão a seguir, foram realizadas adotando-se, portanto, como base a tabela 4.24, agrupando-se os pontos da seguinte maneira:

- Avenida Antonio Pereira de Camargo Neto, Jardim Dall´orto - Pontos P_1 e P_2;
- Avenida Júlio de Vasconcellos, Região Central - Pontos P_3 e P_4;
- Avenida Fuad Assef Maluf, Região Central- Pontos P_5 e P_6;
- Avenida 3M, Região Central - Pontos P_7, P_8 e P_9.

Tabela 4.24 – Durabilidade encontrada para cada tipo de tinta e seu respectivo ponto de estudo.

Mapa	Ponto	Faixa	DNIT		DER 3.09		DER 3.16		Tipo de solicitação predominante	VDM
			Data	Dias	Data	Dias	Data	Dias		
1	1	1	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	VP, AL, GP, TG	8380
		2	6	327	> 6	396	6	327	VP, DL, GP, TG	
	2	1	6	327	≥7	≥ 466	6	327	VP, MU, GP, TG	
		2	4	201	< 6	282	4	201	VP, AL, GP, TG	
2	3	1	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	VL, AM, GP, CM	9849
		2	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	VL, AM, GP, CM	
	4	1	6	327	≥7	≥ 466	6	327	VL, MU, GD (- 4,72^o), TG	
		2	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	VL, MU, GD (- 4,72^o), TG	
3	5	1	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	VP, AL, GP, TG	7554
		2	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	VP, AL, GP, TG	
	6	1	6	327	≥7	≥ 466	6	327	VP, AL, GP, TG	13280
		2	6	327	≥7	≥ 466	6	327	VP, AL, GP, TG	
4	7	1	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	4	201	VL, AM, GP, TG	14080
		2	≥7	≥ 466	≥7	≥ 466	3	117	VL, AM, GP, TG	
	8	1	< 2	7	< 2	7	< 2	7	VL, AM, GA (+ 8,85^o), CA	
		2	< 2	7	< 2	7	< 2	7	VL, AM, GA (+ 8,85^o), CA	
	9	1	3	117	6	327	3	117	VL, AM, GA (+ 14,72^o), TG	
		2	5	117	6	327	3	117	VL, AM, GA (+ 14,72^o), TG	

Obs. Os sinais de ≥ (maior ou igual) e < (menor) indicam a vida útil aproximada encontrada através de visualização gráfica dos pontos em estudo.

AR – Via arterial	AM – Aceleração moderada	TG – Trecho em tangente
TR – Via de trânsito rápido	MU – Movimento uniforme	CM – Curva moderada
VP – Veículos pesados	GP – Greide plano	CA – Curva acentuada
VL – Veículos leves	GA – Greide em aclive	
AL – Aceleração leve	GD – Greide em declive	

a) Avaliação comparativa entre os pontos P1 (ponto 1) e P2 (ponto 2):

Comparando-se os pontos citados e suas respectivas faixas, é possível verificar que as variáveis VDM (volume diário médio), VP (veículos pesados), GP (greide plano) e TG (tangente) são comuns entre os dois pontos. Apenas divergem as variáveis AL (aceleração leve), DL (desaceleração leve) e MU (movimento uniforme), as quais, ressalvadas as devidas diferenças, resultam teoricamente em esforços brandos de desgaste sobre a pintura.

Existe, porém, nos respectivos pontos, a presença de veículos pesados (ou tráfego comercial), o qual representa teoricamente um fator de aceleração no desgaste da sinalização, conforme já citado na revisão bibliográfica.

a.1) P1F1 (ponto 1, faixa 1) e P1F2 (ponto 1, faixa 2):

Comparando-se o P1F1 com o P1F2, percebe-se um maior desgaste das tintas no segundo local (P1F2), principalmente nas tintas DNIT e DER 3.16. Comparando-se as duas faixas do respectivo ponto, elas divergem nas seguintes variáveis: AL (aceleração leve) para P1F1 e DL (desaceleração leve) para P1F2. Observa-se também que a tinta DER 3.09 apresentou maior durabilidade do que as demais tanto em P1F1 quanto em P1F2, porém, ao comparar-se o desempenho dos três tipos de tinta, percebe-se que a tinta DER 3.09 variou pouco de classificação em relação a P1F1, enquanto que as demais (DNIT e DER 3.16) apresentaram desgaste maior em P1F2 do que em P1F1. É sempre bom lembrar que a tinta DER 3.09 é a que apresenta maior resistência à abrasão. Com base nas informações obtidas e consideradas no parágrafo anterior, observa-se, portanto, que a sinalização sofreu um maior desgaste em P1F2 se comparada a P1F1, devido a duas possibilidades: o tráfego distribuiu-se desigualmente entre as faixas ou os esforços de DL são mais abrasivos do que AL.

a.2) P2F1 (ponto 2, faixa 1) e P2F2 (ponto 2, faixa 2) :

Comparando-se o P2F1 com o P2F2, percebe-se de maneira geral, um maior desgaste das tintas no segundo local (P2F2), principalmente nas tintas DNIT e DER 3.16. Comparando-se as duas faixas do respectivo ponto, elas divergem nas seguintes variáveis: MU (movimento uniforme) para P2F1 e AL (aceleração leve) para P2F2. Observa-se também que a tinta DER 3.09 apresentou maior longevidade do que as demais tanto em P2F1 quanto em P2F2, porém, ao comparar-se o desempenho dos três tipos de tinta, percebe-se que a tinta DER 3.09 variou pouco de classificação em relação à P2F1. As tintas DNIT e DER 3.16 apresentaram oscilação de desgaste entre P2F2 e

P2F1, ora apresentando-se menos resistentes para P2F1 (classificação 3 na data 2 para P2F1 e classificação 3 na data 3 para P2F2, ora apresentando-se menos resistentes para P2F2 (demais datas).

Com base nas informações obtidas e consideradas no parágrafo anterior, observa-se, portanto, que a sinalização sofreu um maior desgaste em P2F2 se comparada a P2F1, devido a duas possibilidades: o tráfego distribuiu-se desigualmente entre as faixas ou os esforços de AL são mais abrasivos do que MU.

a.3) Síntese dos resultados observados em P1F1,P1F2,P2F1 e P2F2 :

Em suma, após as observações realizadas nos pontos e suas respectivas faixas, percebe-se que a sinalização apresentou longevidade similar nos locais P1F1, P1F2 e P2F1. Todos apresentaram classificação maior ou igual a 2 na data 6 (327 dias). Observa-se ainda nos pontos e suas respectivas faixas citadas que, possivelmente, esforços de DL são mais agressivos do que Al, que por sua vez são mais agressivos do que MU. Relativamente ao ponto P2F2, não foi possível identificar o motivo da durabilidade inferior da sinalização no referido local, se comparada aos demais locais (P1F1, P1F2 e P2F1).

b) Avaliação comparativa entre os pontos P3 (ponto 3) e P4 (ponto 4):

Relativamente aos pontos citados e suas respectivas faixas percebe-se que as variáveis VDM (volume diário médio) e VL (veículos leves) são comuns entre os dois pontos. Divergem as variáveis AM (aceleração média), MU (movimento uniforme), GP (greide plano) e GD (greide em declive), CM (curva moderada) e TG (trecho em tangente). Apoiado na revisão bibliográfica, esperava-se que locais contendo as variáveis AM, GD e CM apresentassem desgastes maiores à sinalização se comparados a locais contendo as variáveis MU, GP e TG.

b.1) P3F1 (ponto 3, faixa 1) e P3F2 (ponto 3, faixa 2) :

Comparando-se o P3F1 com o P3F2, percebe-se de maneira geral, que o desgaste ocorreu de maneira igual entre as duas faixas do respectivo ponto. Apenas na data 2 para P3F1 houve uma variação na classificação das tintas DNIT e DER 3.16 se comparada à mesma data para P3F2, o que pode ter ocorrido devido à variação de interpretação durante a classificação da imagem na respectiva data.

Não existem diferenças entre as variáveis relacionadas às faixas em questão, confirmando os resultados esperados, ou seja, dois locais contendo as mesmas variáveis apresentaram comportamento similar.

b.2) P4F1 (ponto 4, faixa 1) e P4F2 (ponto 4, faixa 2):

Comparando-se o P4F1 com o P4F2, percebe-se que o desgaste ocorreu de maneira desigual entre as duas faixas do respectivo ponto, apesar das variáveis relacionadas às faixas em questão serem idênticas. O resultado de campo, portanto, diverge do resultado esperado, ou seja, esperava-se que dois locais contendo as mesmas variáveis apresentassem o mesmo resultado.

A partir do exposto, sugere-se que a distribuição do tráfego no local ocorreu de maneira desigual, resultando em um maior desgaste da sinalização em P4F1.

Em uma tentativa de explicar as possíveis causas do resultado obtido, ao analisar-se a figura 4.11 – Mapa 2 – Localização dos pontos 3 e 4, percebe-se que o P4F1 está situado na faixa da direita, caracterizada normalmente por apresentar fluxo de veículos lentos, remetendo a uma maior concentração de VP (faixa da direita da via).

Essa observação trata-se apenas de uma hipótese, uma vez que no experimento de campo não foi possível colher dados sobre o VDM relativo à cada faixa de tráfego.

c) Avaliação comparativa entre os pontos P5 (ponto 5) e P6 (ponto 6) :

Relativamente aos pontos citados e suas respectivas faixas, percebe-se que as variáveis VP (veículos pesados), AL (aceleração leve), GP (greide plano) e TG (tangente) são comuns entre os dois pontos, divergindo apenas no VDM (volume diário médio). Considerando-se, portanto, as características teóricas encontradas em cada ponto, esperava-se um desgaste maior da sinalização no ponto P6 (maior VDM). Comparando-se as observações efetuadas nos pontos P5 e P6 efetuadas a seguir e considerando-se a presença das variáveis de baixa agressividade à sinalização em ambos os locais, pode-se concluir que os 3 tipos de tinta utilizados apresentaram bons resultados quando submetidos a um VDM abaixo de 8000, nas condições dos locais.

c.1) P5F1 (ponto 5, faixa 1) e P5F2 (ponto 5, faixa 2):

Comparando-se o ponto P5F1 com P5F2, percebe-se que o desgaste ocorreu mais acentuadamente no ponto P5F2. Ambos os locais, porém, apresentaram bom desempenho da sinalização, a qual apresentou boa longevidade. Na data 7, todas as sinalizações implantadas apresentavam ainda boas condições (classe 2), apesar de o tráfego local ser predominantemente do tipo VP, sendo possível observar que a sinalização comporta-se bem em locais onde existe tráfego tipo VP, porém combinada com variáveis que agridem pouco a sinalização.

O fato de P5F2 ter apresentado maior desgaste se comparado a P5F1 pode ter ocorrido devido à P5F2 estar localizado na faixa da direita (conforme pode-se observar na figura 4.12). Outra consideração possível seria de que as tintas do tipo DNIT e DER 3.16, desde que sob ação das mesmas variáveis, desgastariam mais rapidamente se houvesse uma concentração de tráfego do tipo VP (ao comparar-se P5F1 com P5F2, considerando-se que na faixa da direita existe uma maior concentração de VP).

c.2) P6F1 (ponto 6, faixa 1) e P6F2 (ponto 6, faixa 2):

Comparando-se o ponto P6F1 com P6F2, percebe-se que o desgaste ocorreu de maneira igual nos dois locais, o que já se esperava devido aos locais apresentarem exatamente as mesmas variáveis. Observou-se no desempenho das sinalizações implantadas nos locais que elas não apresentaram boa longevidade, permitindo concluir que, acima de determinado VDM de tráfego do tipo VP, as tintas apresentam baixa longevidade.

d) Avaliação comparativa entre os pontos P7(ponto 7), P8 (ponto 8) e P9 (ponto 9):

Relativamente aos pontos citados e suas respectivas faixas, percebe-se que as variáveis VL (veículos leves), AM (aceleração média) e VDM são iguais entre os pontos, porém eles divergem quanto ao tipo de greide e traçado.

Esses pontos foram os que apresentaram maior VDM entre todos os pontos do estudo.

d.1) P7F1 (ponto 7, faixa 1) e P7F2 (ponto 7, faixa 2):

Comparando-se o P7F1 com o P7F2, é possível notar que a tinta tipo DER 3.16 apresentou desempenho bem inferior às demais.

O ponto P7F2 foi o que apresentou maior severidade (fato que não ocorreu apenas na data 2) se comparado a P7F1;

d.2) P8F1 (ponto 8, faixa 1) e P8F2 (ponto 8, faixa 2):

Comparando-se o P8F1 com o P8F2, é possível notar que as tintas apresentaram desempenho sofrível em ambas as faixas, desgastando-se rapidamente, o que resultou no caso mais severo de todos os estudados.

d.3) P9F1 (ponto 9, faixa 1) e P9F2 (ponto 9, faixa 2):

Comparando-se o P9F1 com o P9F2, percebe-se que o desgaste da sinalização oscilou entre as faixas, não estando aparente nenhum motivo específico, exceto ao fato de o local situar-se próximo à entrada da Rodoviária Municipal. Dessa forma, os veículos acabam mudando constantemente de faixa de tráfego.

Comparando-se os resultados obtidos entre os pontos P7, P8 e P9, esperava-se um desempenho melhor da sinalização na sequência do melhor para o pior: P7, P9 e P8. Desconsiderando-se as variáveis comuns entre os pontos, apenas permaneceram divergentes as variáveis relativas ao tipo de greide e traçado da via. Um fato importante é que nesses locais específicos, o tráfego é confinado, ou seja, o mesmo VDM que passa pelo ponto P7 passa pelos demais pontos (P8 e P9). Observando-se os resultados de campo, percebe-se que o desempenho da sinalização em campo foi similar ao esperado. Fica constatado por dedução e analisando-se as características dos locais que a sinalização sofre mais abrasão em locais onde existe greide acentuado combinado com curva acentuada (P8). Por outro lado, onde existe greide acentuado (+ 14,72º) combinado com trecho em tangente (P9), a sinalização sofre menos abrasão do que a situação anterior. Comparando-se os resultados dos pontos P8 e P9 com os resultados obtidos em P7, é possível observar que a presença de curva acentuada é mais agressiva do que a inclinação do greide. Por outro lado, trechos onde existe inclinação do greide, desgastam mais a sinalização do que trechos no qual o greide é plano.

Na figura 4.49 construída com base na tabela 4.24, é possível ainda visualizar graficamente a durabilidade obtida em dias para cada tipo de tinta relacionada ao respectivo ponto e faixa de estudo bem como às variáveis correlacionadas. Para efeito de visualização gráfica, considerou-se que o desgaste das tintas ocorreu de maneira linear entre as datas de coleta das imagens.

A fim de fornecer um maior número de informações possíveis, as variáveis correlacionadas aos pontos e suas respectivas faixas foram incluídas e possuem abreviaturas, conforme descrito a seguir:

- Ponto e Faixa: Identifica o número do ponto e a respectiva faixa referente aos dados.

- VDM estimado: Volume diário médio, obtido através de levantamentos realizados pela Prefeitura Municipal de Sumaré para os locais do estudo;

- VL para tráfego predominante tipo leve e VP para tráfego pesado;

- AL para aceleração leve, AM para aceleração moderada e MU para movimento uniforme;

- GP para greide plano, GA para greide em aclive e GD para greide em declive. Entre parênteses estão indicados os ângulos para os trechos em aclive (+) e declive (-);

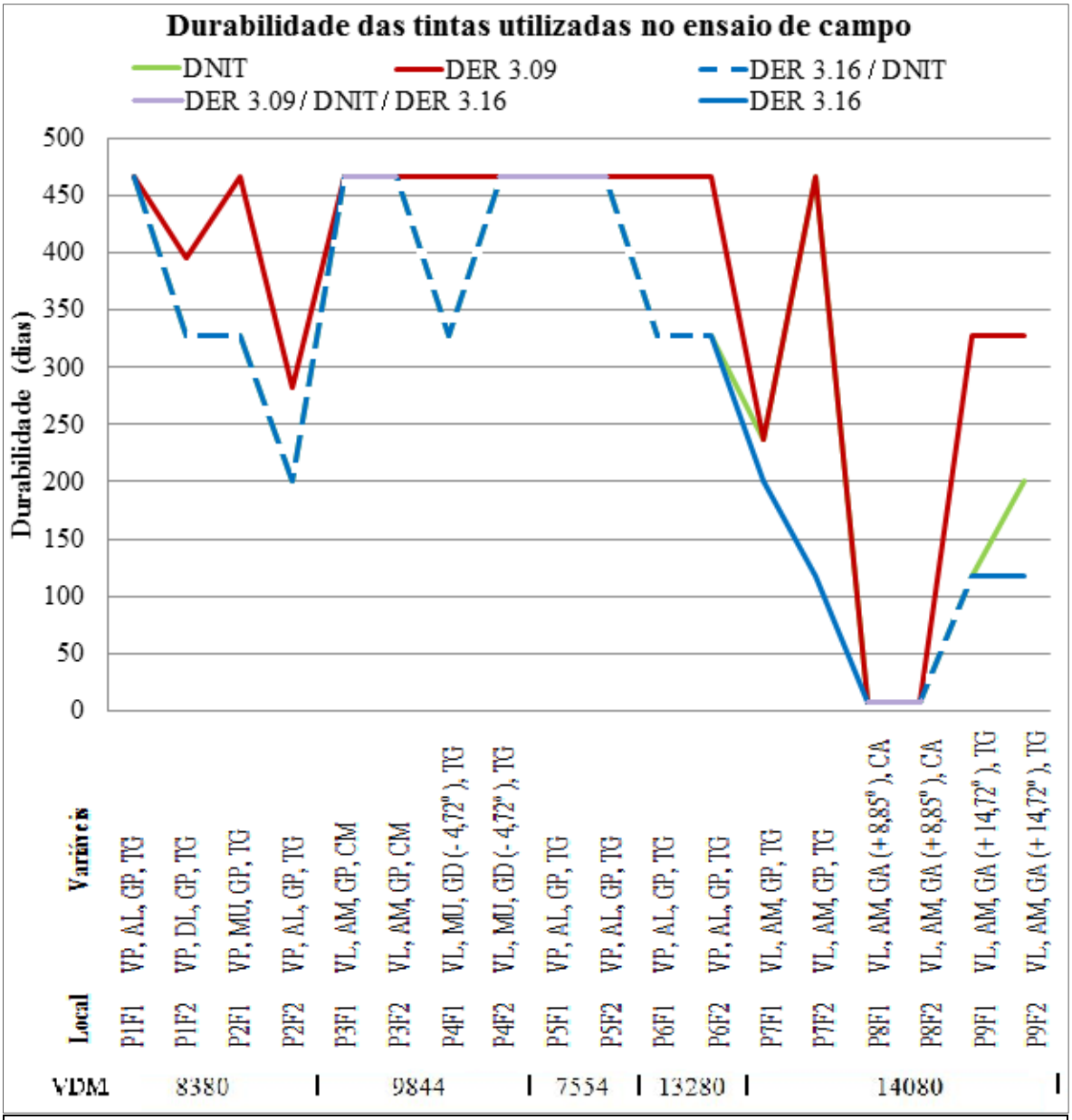
- TG para trecho em tangente, CM para curva moderada e CA para curva acentuada.

Baseado nas indicações anteriores, tomando-se como exemplo o ponto 4 na figura 4.49, faixa 1 temos a simbologia P4F1 VL, MU, GD (-4,72º), TG, cujo significado é ponto 4, faixa 1, predominância de veículos leves, movimento uniforme, greide em declive de 4,72º e trecho em tangente com VDM de 9844.

Através da figura 4.49, nota-se que a tinta padrão DER 3.09 foi a que apresentou resistência ao desgaste imposto pelo tráfego maior ou igual às demais, conforme já se esperava.

Um ponto de destaque é a resistência apresentada pelas tintas padrão DER 3.16 e DNIT, as quais foram idênticas para vários locais em estudo, inclusive igualando-se a DER 3.09 em algumas situações.

Ressalta-se que a tinta DER 3.16 é uma tinta para utilização em demarcações provisórias, e por esse motivo apresenta menor resistência à abrasão que as demais, conforme citado anteriormente.



AR – Via arterial	AM – Aceleração moderada	TG – Trecho em tangente
TR – Via de trânsito rápido	MU – Movimento uniforme	CM – Curva moderada
VP – Veículos pesados	GP – Greide plano	CA – Curva acentuada
VL – Veículos leves	GA – Greide em aclive	
AL – Aceleração leve	GD – Greide em declive	

Figura 4.49 – Durabilidade das tintas utilizadas no experimento de campo.

Considerando-se as características das duas tintas (DER 3.16 e DNIT), esperava-se uma durabilidade diferente para elas, o que não ocorreu em algumas situações, uma vez que a tinta DER 3.16 apresentou vida útil idêntica à DNIT nos pontos de 1 a 6 e suas respectivas faixas.

Tais pontos caracterizam-se por apresentar solicitações do tráfego menos intensas que os demais (ex. greide plano ou em declive, associado a trechos em tangente).

Nos pontos 7 e 8 e suas respectivas faixas, a tinta DNIT acompanhou o desempenho da tinta DER 3.09.

No ponto 7 percebe-se a presença de acelerações moderadas, sugerindo, portanto, um melhor desempenho das tintas citadas (DNIT e DER 3.09) quando submetidas a leves esforços de tração se comparadas à DER 3.16.

Ainda no ponto 8, o qual apresenta o maior grau de severidade de todos, os 3 tipos de tintas apresentaram desempenho insuficiente (ressalta-se no ponto 8 a presença de curva acentuada combinada com trecho em aclive).

O ponto 9 diverge do ponto 8 por tratar-se de trecho em tangente, porém, com greide em aclive mais acentuado.

Nesse ponto, as tintas apresentaram desempenho diferenciado, sendo que a DER 3.09 foi a que apresentou melhor resultado, seguida pela DNIT, ficando a tinta DER 3.16 com o pior desempenho de todas para o ponto em questão, o que veio a corroborar com o desempenho teórico esperado para elas.

4.3.3. Síntese dos resultados obtidos para os pontos de P1 a P9:

Devido à grande dispersão de variáveis relacionadas aos pontos, não foi possível correlacionar-se o desempenho da sinalização entre os 9 pontos.

No entanto, algumas observações citadas anteriormente relativas aos grupos de pontos comparados foram possíveis, as quais são descritas em síntese, a seguir.

- Pontos P1 e P2:

  - A tinta tipo DER 3.09 apresentou durabilidade aproximada de 240 dias (classe 2 ou superior) quando submetida a um VDM aproximado de 9.000 veículos, e combinado com as variáveis locais (VP - veículos pesado, AL - aceleração leve, DL – desaceleração leve, MU - movimento uniforme, GP - greide plano, GD - greide em declive e TG - trecho em tangente);

  - Esforços de DL – desaceleração leve são mais agressivos do que AL – aceleração leve, que por sua vez são mais agressivos do que MU – Movimento Uniforme;

- Pontos P3 e P4:

  - Os 3 tipos de tinta utilizados (DNIT, DER 3.16 e DER 3.09) apresentaram durabilidade aproximada de 300 dias (classe 2 ou superior) quando submetidos a um VDM aproximado de 10.000 veículos e combinado com as variáveis de baixa agressividade presentes (VL - veículos leves, AM - aceleração média, MU - movimento uniforme, GP - greide plano, GD - greide em declive, CM - curva moderada e TG - trecho em tangente);

- Pontos P5 e P6:

    - Os 3 tipos de tinta utilizados (DNIT, DER 3.16 e DER 3.09) apresentaram durabilidade aproximada de 300 dias (classe 2 ou superior) quando submetidos a um VDM aproximado de até 13.000 veículos, e combinado com as variáveis locais (VP - veículos pesados, AL - aceleração leve, GP - greide plano e TG - trecho em tangente);

- Pontos P7, P8 e P9:

    - Os 3 tipos de tinta utilizados (DNIT, DER 3.16 e DER 3.09) apresentaram menor durabilidade para situações de VDM aproximado de 14.000 veículos, combinados com as variáveis locais (VL - veículos leves, AM - aceleração média, GA - greide acentuado, CA – curva acentuada e TG - trecho em tangente);

    - Observou-se que a sinalização sofre maior abrasão em locais onde existe GA - greide acentuado combinado com CA - curva acentuada;

    - Com GA – greide acentuado (+14,72º) combinado com TG - tangente (TG), a sinalização sofre menor desgaste do que a situação GA - greide em aclive combinado com CA – curva acentuada;

    - A presença de CA – curva acentuada é mais agressiva para a sinalização do que trechos contendo inclinação do greide;

    - Trechos, onde existe inclinação do greide, desgastam mais a sinalização do que trechos com greide plano.

As constatações anteriores são válidas para as condições locais e para o presente estudo; carecem, portanto, ainda de ensaios mais específicos com outras combinações de variáveis e de tintas, buscando-se obter um padrão de comportamento, correlacionando o maior número de variáveis possíveis de se obter em campo.

Conforme citado no início deste tópico, devido à grande quantidade de variáveis envolvidas e interrelacionadas, não foi possível estabelecer um padrão detalhado de comportamento para as tintas com base na figura 4.49 e tabela 4.24.

Porém, através dos resultados obtidos, pode-se entender que, de maneira geral, trechos em tangente apresentam-se menos agressivos se comparados a trechos em curva. Greides planos apresentam-se menos agressivos à sinalização do que greides em aclive ou declive; locais com fluxo de veículos em movimento uniforme são menos agressivos do que locais com fluxo de veículos caracterizados por acelerações ou desacelerações; locais com presença de veículos pesados (comercial) são mais agressivos do que locais com presença de veículos leves (passeio) e locais com alto VDM são mais agressivos do que baixos VDM.

É claro que atenção especial deve ser dada a combinações de tais variáveis, pois podem ser altamente destrutivas para a sinalização, e em contraponto, outras combinações, mesmo com presença de algumas variáveis agressivas, podem ser atendidas perfeitamente pela sinalização realizada com as tintas testadas.

A durabilidade de pintura viária depende fundamentalmente do controle da sua execução.

Um exemplo prático dessa afirmação é a comparação entre a figura 4.50 e a figura 4.51. Essas duas figuras apresentam fotografias do mesmo local em datas diferentes, em que aparecem numa foto uma pintura executada pela prefeitura de Sumaré e na outra a mesma pintura desgastada, enquanto que as faixas transversais do experimento ainda permanecem em boas condições.

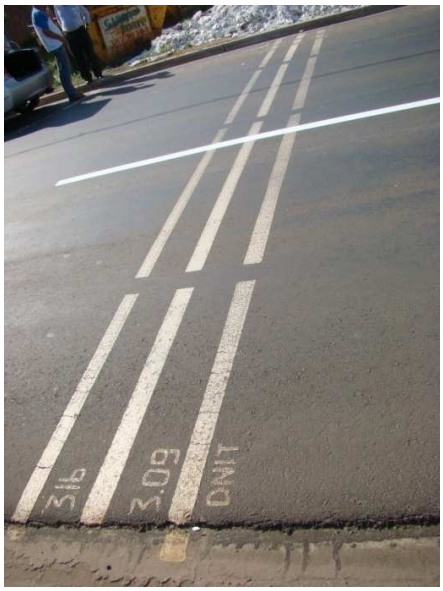


Figura 4.50 – Ponto 5
Data: 02 de Agosto de 2010



Figura 4.51 – Ponto 5
Data: 26 de Maio de 2012

4.4. Avaliação e validação dos critérios utilizados pelo autor

Conforme apresenta do em tópico anterior, a classificação das imagens foi efetuada conforme tabela 4.5, variando, portanto, de 0 a 5, onde 0 (zero) significa não-existente e 5 (cinco) significa nenhum desgaste. Nesse caso, existem, portanto, 6 (seis) classificações possíveis conforme se pode notar na figura 4.52.

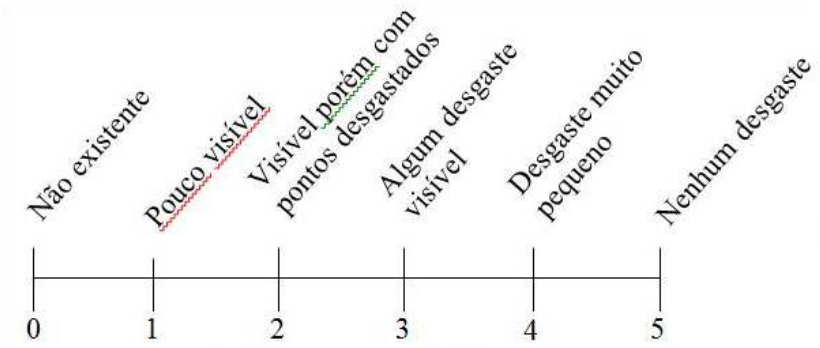


Figura 4.52 – Classificações possíveis conforme tabela 4.5

Ao observar-se a figura 4.52, através de uma análise mais atenta, nota-se que algumas classificações podem-se mostrar subjetivas e dependentes de critérios pessoais do observador, podendo trazer diferentes interpretações quanto à classificação proposta na tabela 4.5.

O mesmo observador pode apresentar dúvidas na classificação de uma determinada sinalização quando ela apresentar um desgaste que esteja entre as classificações 2 (visível, porém com pontos desgastados) e 3 (algum desgaste visível).

Devido aos motivos apontados no parágrafo anterior e a fim de aumentar a representatividade da avaliação realizada pelo autor, foi previsto um estudo complementar com a exposição de uma quantidade de imagens a outros observadores. Os detalhes e os resultados desta pesquisa são apresentados no próximo tópico.

4.5. Apresentação da pesquisa avaliativa de desgaste da sinalização horizontal com tintas em vias urbanas

Após a obtenção dos resultados e avaliações efetuadas pelo autor, uma nova etapa de pesquisa iniciou-se com o objetivo de testar e comparar o método proposto quando submetido à avaliação por um grupo de conferência.

O objetivo dessa nova pesquisa foi verificar possíveis divergências de classificação visual das imagens. Definiu-se então um grupo de conferência adulto de 132 indivíduos usuários do sistema viário urbano para validação do método testado no experimento de campo. Os indivíduos escolhidos caracterizaram-se por serem universitários em nível de graduação e pós-graduação de diferentes cursos e universidades.

Tomando-se como base o universo de 378 (trezentas e setenta e oito) imagens colhidas no experimento de campo, foram selecionadas aleatoriamente, através da utilização de *software*, 90 (noventa) imagens conforme apresentado na tabela 4.25, a qual passou a ser considerada a tabela origem.

Na tabela 4.25, observa-se que existem duas numerações. A primeira, sequencial (NM) e a segunda, aleatória (NR). A numeração aleatória (NR) corresponde ao número original que cada imagem possui no banco de dados de imagens.

A numeração sequencial (NM) varia de 1 a 90. Cada imagem selecionada aleatoriamente recebeu então um número sequencial, com o objetivo de evitar que os indivíduos participantes dos testes pudessem identificar a cronologia de coleta das imagens e, dessa forma, fossem induzidos a deduzir a classificação quanto ao desgaste.

Exemplificando, na tabela 4.25, para a numeração sequencial (NM = 3), tem-se o número original da imagem no banco de dados (NR = 11).

Tabela 4.25 – Tabela origem contendo 90 imagens selecionadas aleatoriamente do banco de dados, via software - ordem sequencial.

NM	**NR**	**NM**	**NR**	**NM**	**NR**	**NM**	**NR**	**NM**	**NR**	**NM**	**NR**
1	5	**16**	55	**31**	125	**46**	185	**61**	257	**76**	328
2	6	**17**	57	**32**	142	**47**	186	**62**	267	**77**	330
3	11	**18**	67	**33**	143	**48**	187	**63**	268	**78**	355
4	12	**19**	73	**34**	144	**49**	199	**64**	280	**79**	357
5	13	**20**	75	**35**	147	**50**	202	**65**	281	**80**	358
6	19	**21**	83	**36**	148	**51**	203	**66**	282	**81**	360
7	20	**22**	84	**37**	152	**52**	211	**67**	297	**82**	363
8	21	**23**	91	**38**	153	**53**	214	**68**	299	**83**	364
9	22	**24**	92	**39**	154	**54**	215	**69**	300	**84**	366
10	24	**25**	95	**40**	155	**55**	216	**70**	305	**85**	373
11	30	**26**	103	**41**	156	**56**	237	**71**	311	**86**	374
12	34	**27**	106	**42**	158	**57**	247	**72**	319	**87**	375
13	39	**28**	111	**43**	161	**58**	248	**73**	321	**88**	376
14	40	**29**	118	**44**	181	**59**	254	**74**	322	**89**	377
15	41	**30**	121	**45**	182	**60**	255	**75**	324	**90**	378

Obs.
NM é o numero da imagem na tabela - origem;
NR é o número original da imagem quando obtida no experimento de campo.

Partindo-se da tabela 4.25, foram criadas duas outras tabelas, cada uma contendo as mesmas 90 (noventa) imagens, porém, distribuídas aleatoriamente e com cronologia de obtenção de imagens diversificada, conforme apresentado nas tabelas 4.26 e 4.27, cuja denominação passou a ser teste 1 e teste 2, respectivamente.

Tabela 4.26 – Teste 1 contendo as 90 imagens da tabela origem em sequência aleatória 1.

NM	NR	NM	NR	NM	NR	NM	NR	NM	NR	NM	NR
1	41	**16**	248	**31**	5	**46**	55	**61**	125	**76**	319
2	121	**17**	321	**32**	328	**47**	185	**62**	257	**77**	247
3	182	**18**	20	**33**	376	**48**	13	**63**	75	**78**	147
4	255	**19**	21	**34**	375	**49**	19	**64**	83	**79**	148
5	324	**20**	22	**35**	84	**50**	30	**65**	156	**80**	311
6	378	**21**	24	**36**	91	**51**	103	**66**	237	**81**	374
7	40	**22**	297	**37**	92	**52**	152	**67**	6	**82**	330
8	118	**23**	299	**38**	95	**53**	153	**68**	11	**83**	355
9	181	**24**	300	**39**	211	**54**	154	**69**	12	**84**	357
10	254	**25**	305	**40**	214	**55**	155	**70**	57	**85**	142
11	322	**26**	281	**41**	215	**56**	363	**71**	67	**86**	143
12	377	**27**	282	**42**	216	**57**	364	**72**	73	**87**	144
13	39	**28**	358	**43**	202	**58**	366	**73**	267	**88**	186
14	111	**29**	360	**44**	203	**59**	373	**74**	268	**89**	187
15	161	**30**	106	**45**	34	**60**	158	**75**	280	**90**	199

Tabela 4.27 – Teste 2 contendo as 90 imagens da tabela origem na sequência aleatória 2.

NM	NR	NM	NR	NM	NR	NM	NR	NM	NR	NM	NR
1	328	**16**	6	**31**	12	**46**	55	**61**	121	**76**	125
2	267	**17**	57	**32**	374	**47**	41	**62**	211	**77**	148
3	268	**18**	321	**33**	375	**48**	20	**63**	214	**78**	152
4	280	**19**	376	**34**	322	**49**	21	**64**	215	**79**	153
5	281	**20**	324	**35**	377	**50**	22	**65**	216	**80**	154
6	186	**21**	330	**36**	67	**51**	24	**66**	237	**81**	155
7	187	**22**	355	**37**	73	**52**	30	**67**	247	**82**	156
8	199	**23**	357	**38**	75	**53**	34	**68**	248	**83**	158
9	202	**24**	358	**39**	83	**54**	39	**69**	254	**84**	161
10	203	**25**	360	**40**	84	**55**	40	**70**	282	**85**	181
11	142	**26**	363	**41**	91	**56**	103	**71**	297	**86**	182
12	143	**27**	364	**42**	92	**57**	106	**72**	299	**87**	185
13	144	**28**	366	**43**	95	**58**	111	**73**	300	**88**	255
14	147	**29**	373	**44**	5	**59**	118	**74**	305	**89**	257
15	378	**30**	11	**45**	13	**60**	19	**75**	311	**90**	319

A título de exemplo, verifica-se que na tabela 4.26 (teste 1), para a numeração sequencial NM = 15, tem-se um NR = 161. Já na tabela 4.27 (teste 2), para a numeração sequencial NM = 15, tem-se um NR = 378.

O objetivo dessa variação de posicionamento das imagens originais foi o de obter - se classificações isentas de deduções quanto à cronologia de obtenção delas, conforme exposto anteriormente.

Definidas as 02 (duas) tabelas avaliativas, foram geradas 2 (duas) sequências de imagens impressas idênticas às imagens das tabelas, respeitando-se a mesma numeração e sequência. Tais sequências de imagens foram denominadas teste 1 e teste 2.

A sequência de imagens denominada teste 1 foi submetida à avaliação por um grupo de conferência, contendo 57 indivíduos do sexo masculino e do feminino, dentre os quais 06 (seis) cursavam Licenciatura em Química e 51 (cinquenta e um) cursavam Farmácia e Bioquímica, ambos pela Universidade Estadual Paulista – Unesp, Campus de Araraquara.

A sequência de imagens denominada teste 2 foi submetida à avaliação de um novo grupo de conferência adulto, contendo 75 (setenta e cinco) indivíduos também do sexo masculino e do feminino, dentre os quais 32 (trinta e dois) cursavam Licenciatura em Química pela Universidade Estadual Paulista - Unesp – Campus de Araraquara, 33 (trinta e três) cursavam o 4º ano de Engenharia Civil e 10 (dez) cursavam Pós-graduação em Engenharia de Transportes, ambos pela Universidade Estadual de Campinas - Unicamp.

Ainda para a aplicação dos testes, foi elaborado um gabarito com 6 imagens, que foram selecionadas pelo autor, através de critérios visuais para caracterizar as situações existentes na tabela 4.5. As imagens fornecidas como padrão e utilizadas para classificação são apresentadas na figura 4.53.

Assim que foram definidos o grupo de conferência adulto, as imagens e os critérios de classificação, os indivíduos selecionados foram submetidos a uma análise individual e inteiramente pessoal da sequência de imagens contidas nos testes 1 e 2. Para cada indivíduo, foi entregue o padrão de classificação impresso em papel contendo 06 (seis) imagens, conforme figura 4.53.

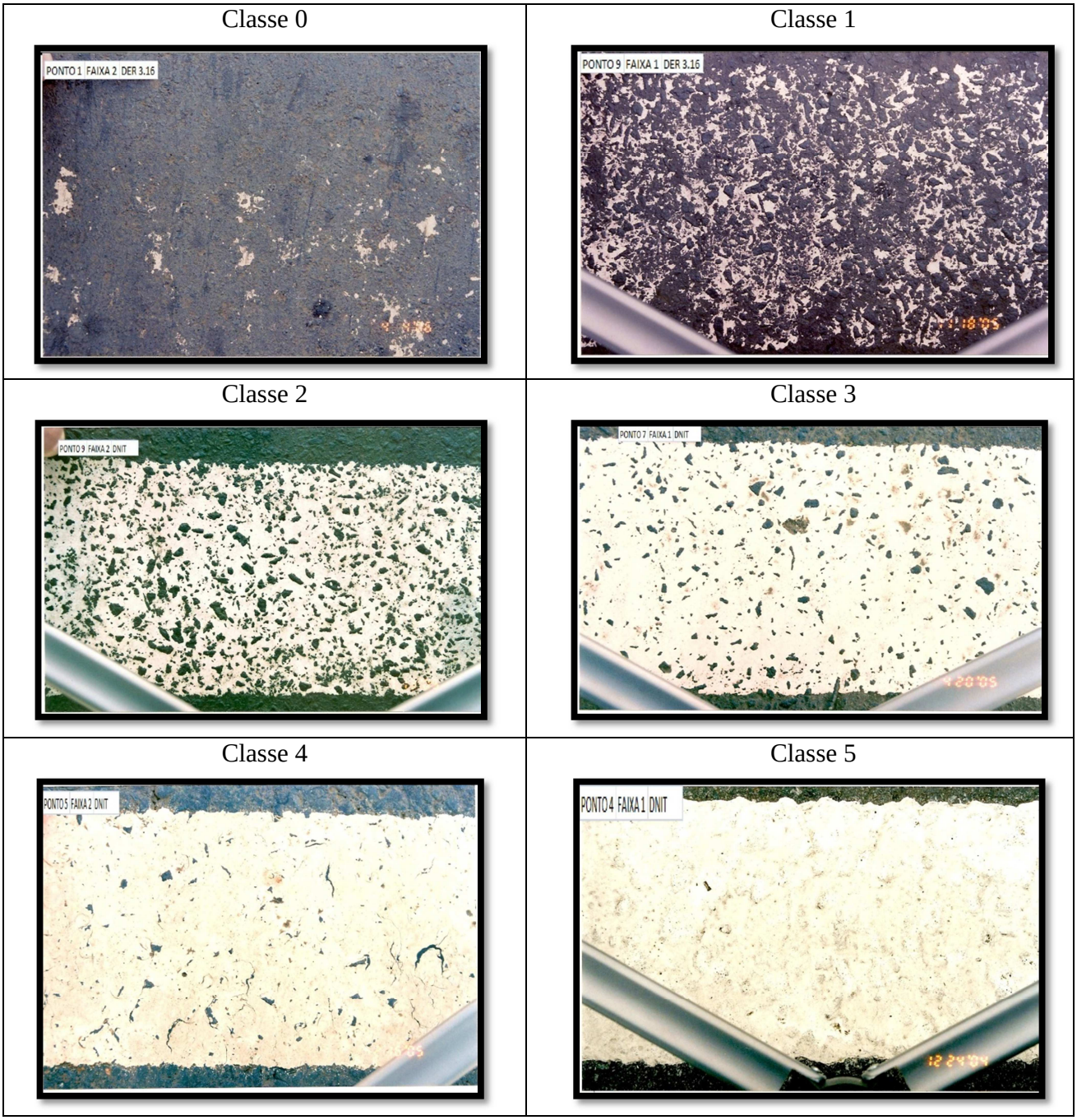


Figura 4.53 – Padrão de imagens fornecidas para os testes.

Cada indivíduo recebeu também um formulário no qual existia o número da imagem que estava sendo apresentada e um campo ao lado, onde ele anotava a classificação da respectiva imagem. O formulário citado possuía também um local para identificação do indivíduo, data e curso, conforme apresentado na figura 4.54.

Foto Nr.	Classe						Foto Nr.	Classe					
	0	1	2	3	4	5		0	1	2	3	4	5
1							46						
2							47						
3							48						
4							49						
5							50						
6							51						
7							52						
8							53						
9							54						
10							55						
11							56						
12							57						
13							58						
14							59						
15							60						
16							61						
17							62						
18							63						
19							64						
20							65						
21							66						
22							67						
23							68						
24							69						
25							70						
26							71						
27							72						
28							73						
29							74						
30							75						
31							76						
32							77						
33							78						
34							79						
35							80						
36							81						
37							82						
38							83						
39							84						
40							85						
41							86						
42							87						
43							88						
44							89						
45							90						

Figura 4.54 – Formulário para classificação de imagens.

De posse do padrão fornecido e do formulário, à medida que as imagens foram apresentadas via projetor multimídia, cada indivíduo anotou a classificação da respectiva imagem conforme sua percepção visual e avaliação pessoal.

Não foram considerados nos testes com o grupo de conferência adulto, variáveis relativas ao cansaço e acuidade visual, fadiga, estado psicológico, dentre outros fatores humanos que não são objeto de estudo deste trabalho.

Após a aplicação dos testes 1 e 2, todos os resultados obtidos foram tabulados e estão registrados no Apêndice A – Resultados compilados dos testes.

Os resultados dos testes 1 e 2 foram então compilados e, para fins de facilidade na demonstração dos dados, subdividiram-se em 6 (seis) tabelas de 15 imagens cada.

Tais tabelas apresentam, além de todos os resultados numéricos agrupados dos testes 1 e 2, as imagens em sua numeração original, as respectivas classificações emitidas pelo autor para cada uma das imagens além dos demais resultados dos cálculos estatísticos que serviram como base para as conclusões que virão mais adiante no presente estudo.

As tabelas citadas foram enumeradas, intituladas e apresentam as informações das imagens na seguinte distribuição:

- Tabela 4.28 – Dados compilados das imagens compreendidas entre 05 e 41;
- Tabela 4.29 – Dados compilados das imagens compreendidas entre 55 e 121;
- Tabela 4.30 – Dados compilados das imagens compreendidas entre 125 e 182;
- Tabela 4.31 – Dados compilados das imagens compreendidas entre 185 e 255;
- Tabela 4.32 – Dados compilados das imagens compreendidas entre 257 e 324;
- Tabela 4.33 – Dados compilados das imagens compreendidas entre 328 e 378.

Visando a facilitar a compreensão das tabelas citadas, os cabeçalhos das mesmas estão enumerados e apresentam as seguintes informações:

(1) Número original da imagem: corresponde ao número que obedece à sequência cronológica na qual a respectiva imagem foi adquirida no experimento de campo, antes, portanto, de ter sua numeração modificada para a aplicação dos testes 1 e 2;

(2) Classificação: corresponde à classificação fornecida pelos indivíduos do grupo de conferência adulto, com base nas imagens fornecidas como padrão;

(3) Moda: moda estatística resultante das classificações obtidas por cada uma das imagens do teste. No caso em estudo, a moda é um número inteiro e corresponde à classificação emitida pelo grupo de conferência adulto e que ocorre com maior frequência;

(4) Classificação do autor: coluna que apresenta a classificação realizada pelo autor, conforme sua percepção, através da utilização da tabela 4.5.

Após o agrupamento das informações nas tabelas de 4.28 a 4.33, verificou-se que algumas imagens não apresentaram dúvidas quanto à sua classificação pelo grupo de conferência adulto, enquanto que outras imagens apresentaram classificação que gerou dupla interpretação, conforme o esperado.

Ainda observando as tabelas citadas, através da comparação entre a moda e a nota do autor, percebe-se também que algumas classificações realizadas pelo grupo de conferência adulto foram divergentes da classificação do autor.

Tabela 4.28 – Dados compilados das imagens compreendidas entre 05 e 41.

Número original da imagem (1)	**Classificação**(2)						**Moda** (3)	**Classificação do autor** (4)
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**		
5	0	0	0	6	16	109	5	5
6	0	0	0	3	26	103	5	5
11	0	0	0	1	33	97	5	5
12	0	2	2	3	61	60	4	5
13	0	0	0	19	96	14	4	5
19	0	0	0	4	59	68	4	5
20	0	0	0	0	22	110	5	5
21	0	0	0	0	0	130	5	5
22	0	0	0	1	41	89	5	5
24	0	0	1	2	19	110	5	5
30	0	1	1	1	7	121	5	5
34	0	0	0	2	42	86	5	5
39	0	0	0	6	70	54	4	5
40	0	0	0	2	63	66	4	5
41	0	0	0	4	64	64	4	5

Tabela 4.29 – Dados compilados das imagens compreendidas entre 55 e 121.

Número original da imagem (1)	**Classificação** (2)						**Moda** (3)	**Classificação do autor** (4)
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**		
55	0	0	0	18	98	14	4	4
57	1	0	0	2	38	91	5	4
67	0	0	7	69	55	0	3	3
73	0	1	1	7	69	54	4	4
75	0	0	1	3	31	97	5	4
83	0	0	1	19	108	2	4	4
84	0	0	1	8	118	4	4	4
91	0	1	19	101	7	1	3	2
92	1	0	0	5	82	43	4	4
95	1	0	0	4	54	72	4	4
103	0	1	35	89	5	0	3	3
106	0	3	65	60	3	0	2	2
111	0	1	7	27	82	13	4	4
118	2	13	42	62	12	0	3	3
121	0	5	65	56	3	1	2	3

Tabela 4.30 – Dados compilados das imagens compreendidas entre 125 e 182.

Número original da imagem (1)	**Classificação** (2)						**Moda** (3)	**Classificação do autor** (4)
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**		
125	1	1	4	12	84	29	4	4
142	1	20	45	53	10	1	2	2
143	1	3	9	30	77	9	4	3
144	0	3	15	97	12	1	3	2
147	0	1	11	99	17	1	3	3
148	1	4	67	56	3	0	2	2
152	73	57	1	0	0	0	0	1
153	101	29	0	1	0	0	0	0
154	112	19	1	0	0	0	0	0
155	76	55	1	0	0	0	0	0
156	93	37	0	2	0	0	0	0
158	0	1	4	79	44	1	3	3
161	0	0	8	91	27	3	3	3
181	0	3	30	82	16	0	3	2
182	0	4	28	62	34	1	3	4

Tabela 4.31 – Dados compilados das imagens compreendidas entre 185 e 255.

Número original da imagem (1)	**Classificação** (2)						**Moda** (3)	**Classificação do autor** (4)
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**		
185	0	0	7	39	79	6	4	4
186	1	0	1	26	90	12	4	4
187	2	3	13	34	56	22	4	4
199	0	21	101	10	0	0	2	2
202	1	29	94	5	3	0	2	1
203	0	0	1	15	101	13	4	4
211	0	55	76	1	0	0	2	1
214	0	85	46	1	0	0	1	1
215	0	3	77	49	1	0	2	2
216	0	4	102	23	1	0	2	2
237	0	27	58	40	5	0	2	2
247	4	20	74	30	4	0	2	2
248	0	0	16	42	70	2	3	3
254	0	6	54	62	7	2	3	2
255	1	7	57	58	7	1	3	2

Tabela 4.32 – Dados compilados das imagens compreendidas entre 257 e 324.

Número original da imagem (1)	**Classificação** (2)						**Moda** (3)	**Classificação do autor** (4)
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**		
257	0	1	1	11	108	10	4	3
267	0	13	109	8	0	2	2	1
268	2	94	30	2	1	2	1	1
280	2	93	30	6	1	0	1	1
281	2	97	32	1	0	0	1	1
282	1	61	65	3	1	0	2	1
297	2	3	15	35	73	3	3	1
299	0	3	21	91	13	1	3	1
300	0	3	26	91	9	2	3	1
305	1	2	15	58	54	1	3	1
311	0	0	6	67	56	1	3	1
319	4	125	1	1	0	1	1	1
321	0	125	6	0	1	0	1	1
322	2	124	5	0	0	0	1	1
324	8	92	29	1	0	0	1	1

Tabela 4.33 – Dados compilados das imagens compreendidas entre 328 e 378.

Número original da imagem (1)	**Classificação** (2)						**Moda** (3)	**Classificação do autor** (4)
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**		
328	129	2	1	0	0	0	0	1
330	130	2	0	0	0	0	0	1
355	123	9	0	0	0	0	0	1
357	114	18	0	0	0	0	0	1
358	112	20	0	0	0	0	0	1
360	102	27	2	1	0	0	0	1
363	4	62	63	1	1	0	1	1
364	96	34	2	0	0	0	0	1
366	3	61	63	4	0	0	2	1
373	106	21	0	2	3	0	0	1
374	6	109	15	0	1	0	1	1
375	116	12	2	0	1	0	0	1
376	131	0	0	0	1	0	0	1
377	6	111	12	2	1	0	1	1
378	106	26	0	0	0	0	0	1

Devido à grande quantidade de informações coletadas e a fim de permitir uma maior compreensão dos resultados obtidos nas tabelas citadas, os dados foram representados por figuras conhecidas como *Box-Plot*.

O *Box-plot* (também chamado de gráfico de caixa, gráfico caixa-e-bigodes ou diagrama de extremos e quartis) é um gráfico estatístico que possibilita representar a distribuição de um conjunto de dados com base em alguns parâmetros descritivos. Trata-se de uma ferramenta de análise de dados exploratória que enfatiza as características mais importantes de um conjunto de dados.

De uma maneira geral, um gráfico tipo *Box-plot* apresenta basicamente a mediana ou 2º quartil (Q_2), o primeiro quartil (Q_1) e o terceiro quartil (Q_3), os valores mínimos e máximos e eventuais *outliers* (valores extremamente altos ou extremamente baixos).

A figura 4.55 ilustra um gráfico tipo *Box-plot*.

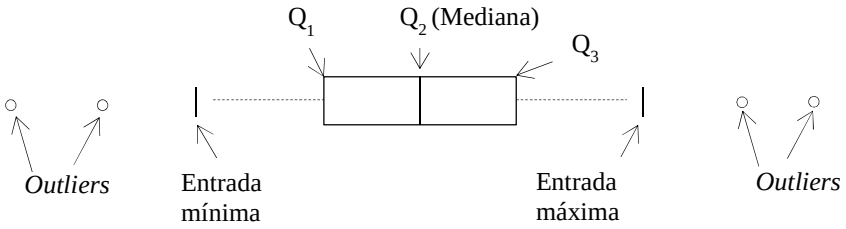


Figura 4.55 – Exemplo típico de gráfico *Box-plot*.

Na figura 4.55, a linha central da caixa representa a mediana (Q2) do conjunto de dados, a parte inferior da caixa é delimitada pelo primeiro quartil (Q1) e a parte superior pelo terceiro quartil (Q3). A amplitude interquartil (IQR) é a diferença entre o terceiro e o primeiro quartil ($Q_3 - Q_1$)e fornece a amplitude de um intervalo que contém 50% dos elementos do meio da amostra.Trata-se de uma medida não negativa e será tanto maior quanto maior for a variabilidade nos dados.As hastes inferiores e superiores se estendem, respectivamente, do primeiro quartil (Q_1) até o menor valor não inferior a $Q_1 - 1{,}5 \times IQR$ e do terceiro quartil até o maior valor não superior a $Q_3 + 1{,}5 \times IQR$.

Os valores inferiores a $Q_1 - 1{,}5\times IQR$ e superiores a $Q_3 + 1{,}5\times IQR$ são identificados como valores discrepantes (*outliers*).

A existência de *outliers* pode indicar tanto dados incorretos como dados válidos que carecem de uma atenção especial.

Tomando-se como exemplo a figura 4.30, observa-se que a foto 142 apresenta 25% das classificações entre 1 e 2, 50% das classificações entre 2 e 3 e 25% entre 3 e 4, sendo as classificações 0 e 5 consideradas *outliers*.

O pequeno triângulo representa a nota técnica (classificação conforme tabela 4.5) fornecida pelo autor.

O traço mais grosso que aparece na base do retângulo é a mediana, isto é, a posição central das classificações sem os *outliers*.

Nota-se que a mediana coincide com o primeiro quartil (Q_1), ou seja, a distribuição das classificações é assimétrica.

A distribuição dos quartis das classificações para a foto 142 é apresentada na figura 4.56.

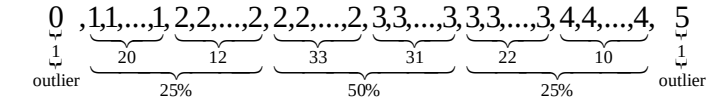


Figura 4.56 – Distribuição dos quartis - foto 142.

Uma vez apresentado o método de análise estatística adotado, passou-se à análise das imagens conforme apresentado nas de figuras 4.57 a 4.62.

As imagens citadas foram geradas com a utilização da ferramenta *Box-plot* do *software R* (2011), o qual possui licença livre.

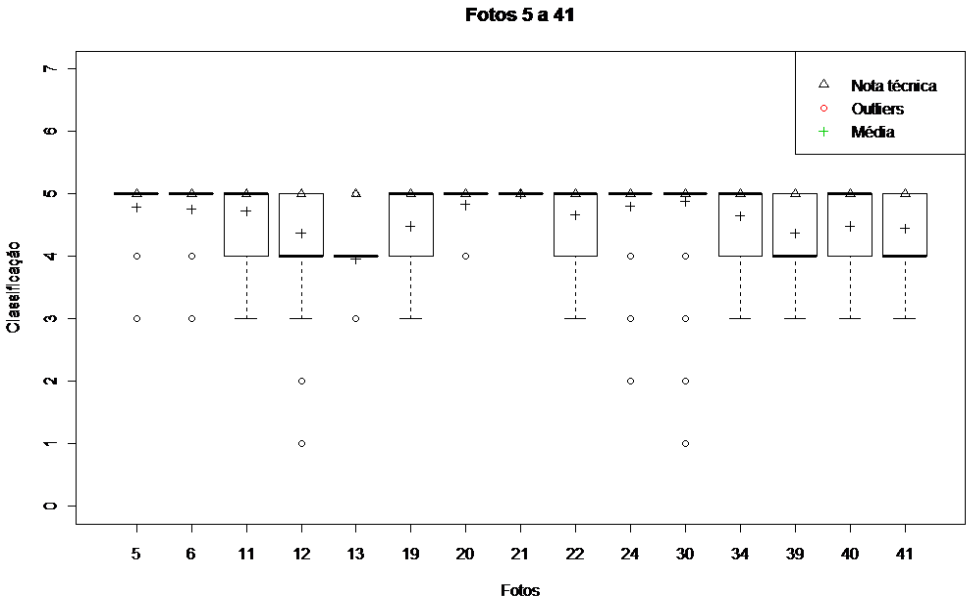


Figura 4.57 – Gráfico referente à classificação obtida para as imagens de 05 a 41.

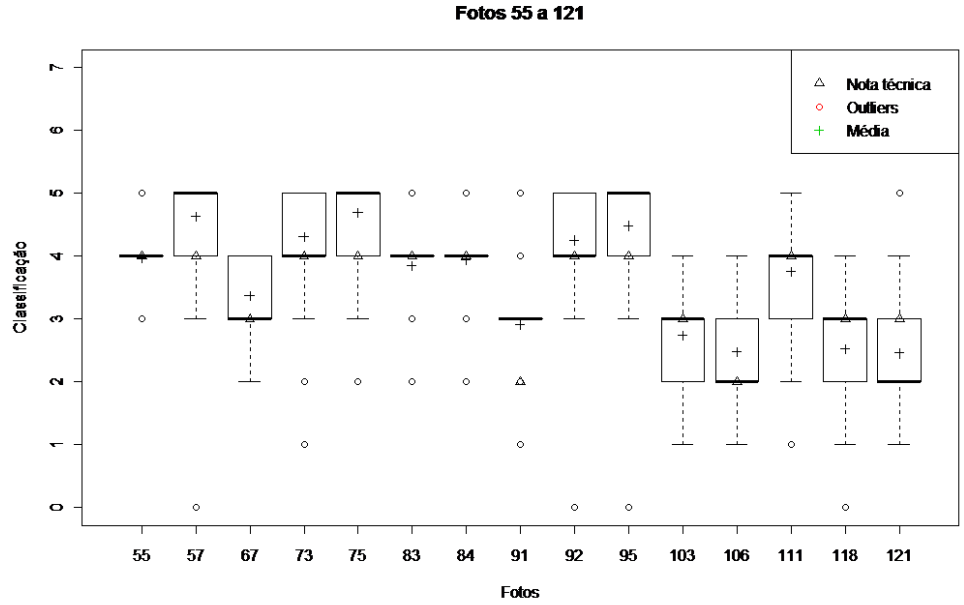


Figura 4.58 – Gráfico referente à classificação obtida para as imagens de 55 a 121.

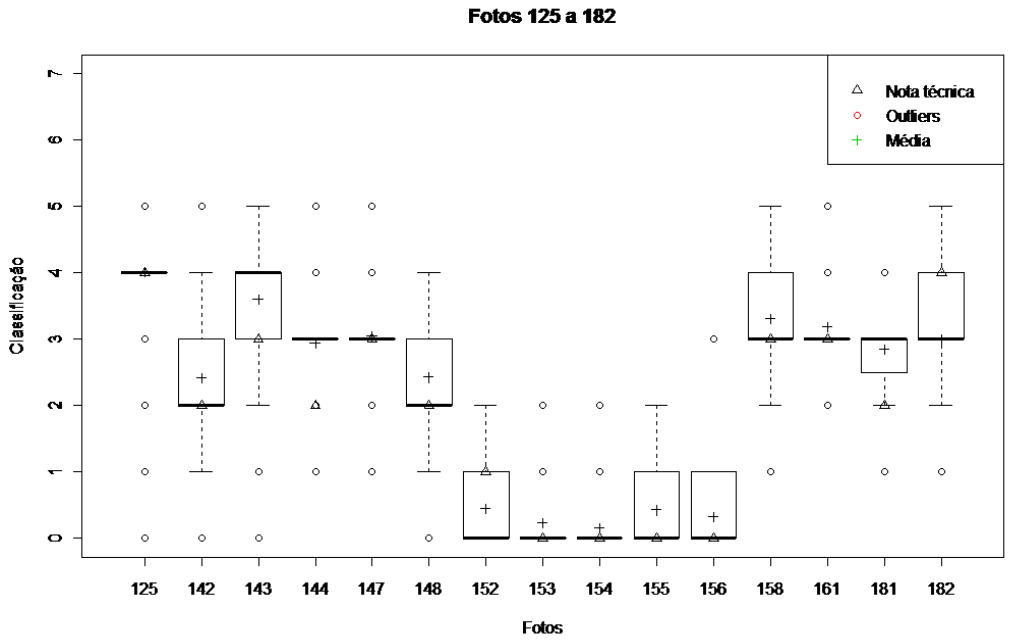


Figura 4.59 – Gráfico referente à classificação obtida para as imagens de 125 a 182.

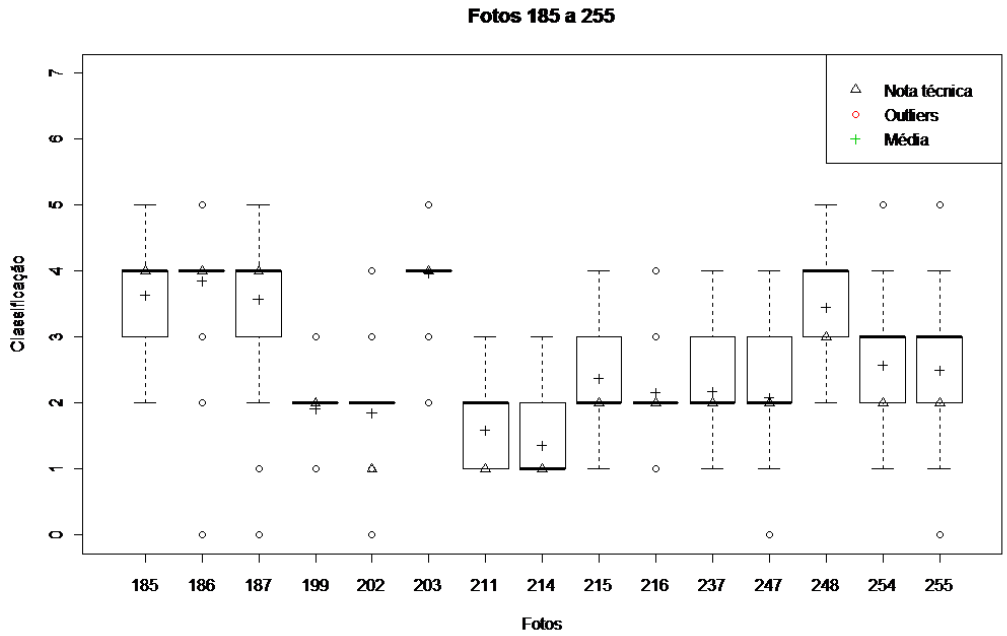


Figura 4.60 – Gráfico referente à classificação obtida para as imagens de 185 a 255.

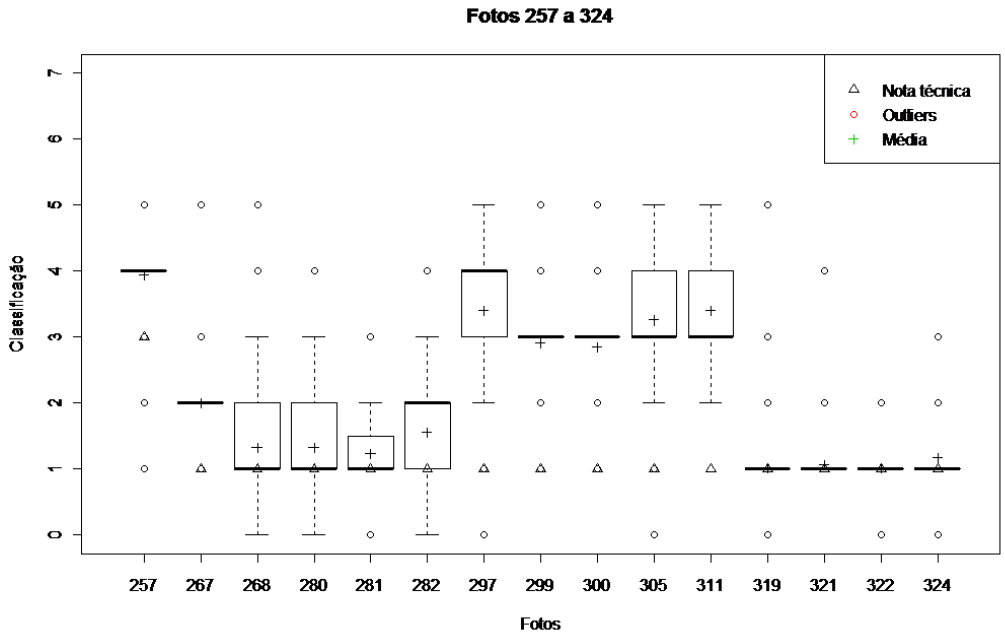


Figura 4.61 - Gráfico referente à classificação obtida para as imagens de 257 a 324.

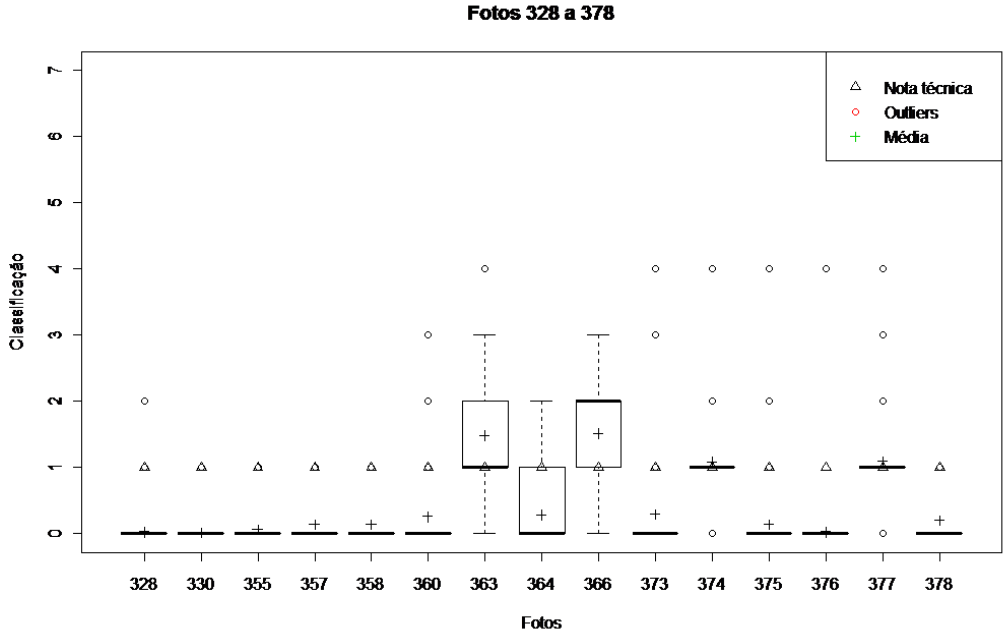


Figura 4.62 - Gráfico referente à classificação obtida para as imagens de 328 a 378.

4.6. Análise geral dos dados apresentados nos gráficos das figuras de 4.57 a 4.62

Conforme se pode notar nas tabelas de 4.28 a 4.33 quanto à classificação, as imagens apresentaram variação de percepção dos observadores, o que veio a ser confirmado através da análise gráfica apresentada nas figuras de 4.57 a 4.62.

Analisando-se os dados apresentados e devido à quantidade de imagens (90) analisadas por cada indivíduo, acredita-se que as classificações fornecidas por eles, possam ter sofrido variações devido ao cansaço e acuidade visual, fadiga, estado psicológico, dentre outros fatores humanos que não são objeto de estudo deste trabalho.

Porém, com base nos resultados obtidos do grupo de conferência adulto (132 indivíduos), e através da aplicação das técnicas de análises demonstradas, foi possível verificar que a classificação proposta na tabela 4.5, apesar de aparentemente simples, mostrou-se pouco eficiente.

Assim, ainda no intuito de buscar uma forma de análise visual eficiente e de fácil aplicação, submeteu-se o grupo de conferência adulto (132 indivíduos) a um novo teste, de maneira que as classificações obtidas nas tabelas de 4.28 a 4.33 fossem apenas duas: insatisfatório e satisfatório, visando obter-se o conceito absoluto da utilização das faixas pelos usuários da via urbana.

Passou-se, então, a levar em consideração, apenas duas classificações possíveis que corresponderiam a insatisfatório nas classificações 0, 1 e 2 agrupadas e a satisfatório nas classificações 3, 4 e 5 agrupadas, conforme demonstra tabela 4.34 – Novo padrão de reclassificação de imagens.

Tabela 4.34 – Novo padrão de reclassificação de imagens.

Classificação conforme tabela 4.5	**Classificação proposta**
0, 1 e 2	Insatisfatório
3, 4 e 5	Satisfatório

Desta forma, a imagem da sinalização sendo classificada como insatisfatório, remete a uma sinalização cuja visibilidade diurna está comprometida, devendo ser repintada.

De maneira similar, a classificação satisfatório significa que a sinalização possui visibilidade aceitável durante o período diurno.

O novo teste baseou-se na aplicação do mesmo padrão, contendo 6 imagens, porém, cada indivíduo, ao visualizar a imagem projetada, forneceu uma classificação baseada no novo critério proposto na tabela 4.34.

O modelo de formulário utilizado para o novo teste é apresentado na figura 4.63.

Após a aplicação do novo teste, os resultados foram compilados e originaram as tabelas 4.35, 4.36 e 4.37, cada uma contendo um grupo de 30 imagens. As novas tabelas obtidas são apresentadas a seguir, e dividiram-se da seguinte maneira:

Tabela 4.35 – Novo padrão proposto – Imagens de 005 a 121;

Tabela 4.36 – Novo padrão proposto – Imagens de 125 a 255;

Tabela 4.37 – Novo padrão proposto – Imagens de 257 a 378.

Foto Nr.	Classe	
	≤ 2	**≥ 3**
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		

Foto Nr.	Classe	
	≤ 2	**≥ 3**
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		

Figura 4.63 – Novo teste baseado na tabela 4.34.

Tabela 4.35 – Nova classificação proposta – Imagens de 005 a 121.

Imagem original	Classificação	
	Grupo de conferência adulto	Autor
5	S	S
6		
11		
12		
13		
19		
20		
21		
22		
24		
30		
34		
39		
40		
41		
55		
57		
67		
73		
75		
83		
84		
91		I
92		S
95		
103		
106	I	I
111	S	S
118		
121	I	

Tabela 4.36 – Nova classificação proposta – Imagens de 125 a 255.

Imagem original	Classificação	
	Grupo de conferência adulto	Autor
125	S	S
142	I	I
143	S	S
144		I
147		S
148	I	I
152		
153		
154		
155		
156		
158	S	S
161		
181		I
182		S
185		
186		
187		
199	I	I
202		
203	S	S
211	I	I
214		
215		
216		
237		
247		
248	S	S
254		I
255		

Tabela 4.37 – Nova classificação proposta – Imagens de 257 a 378.

Imagem original	Classificação	
	Grupo de conferência adulto	Autor
257	S	S
267	I	I
268		
280		
281		
282		
297	S	S
299		
300		
305		
311		
319	I	I
321		
322		
324		
328		
330		
355		
357		
358		
360		
363		
364		
366		
373		
374		
375		
376		
377		
378		

Com base no novo critério proposto e analisando-se as novas tabelas obtidas, pode-se notar que a grande maioria das imagens recebeu a mesma classificação, tanto pelo grupo de conferência adulto quanto pelo autor, exceto as imagens de número 91, 121, 144, 181, 254, 255, as quais permaneceram ainda com classificações diferentes e são apresentadas na tabela 4.38.

Tabela 4.38 – Imagens que permaneceram com classificação diferente.

Classificação agrupada do grupo de conferência adulto				**Classificação do autor**
Imagem original	**Classe – numerous absolutos**		**Moda**	
	≤2	**≥3**		
91	20	109	3	2
121	70	60	2	3
144	18	110	3	2
181	33	98	3	2
254	60	71	3	2
255	65	66	3	2

Analisando-se tabela 4.38, percebe-se que:

- Todas as seis imagens que geraram maior concentração de dúvidas possuem classificação entre 2 e 3 com base na classificação apresentada pela tabela 4.5, significando proximidade com o limite definido como satisfatório e insatisfatório;

- Ao observar-se a tabela 4.38 percebe-se que as imagens 121, 254 e 255 apresentaram classificações muito próximas entre 2 e 3 (conforme tabela 4.5), ficando praticamente o grupo de conferência adulto consultado, dividido entre as duas classificações citadas;

- As imagens 91, 144 e 181 obtiveram classificação claramente diferenciada entre o grupo de conferência adulto e o do autor;

- O critério simplificado utilizado, apesar de apresentar pequenas variações na classificação das imagens, sejam elas pelo grupo de conferência adulto ou pelo do autor, mostrou-se mais simples, porém, manteve a mesma dispersão das avaliações já observadas no método completo inicialmente experimentado;

- Importante salientar que, tanto o critério proposto na tabela 4.34 quanto o proposto na tabela 4.5 avaliam as condições da sinalização para a situação diurna, necessitando de maiores estudos e testes para as condições de visibilidade noturna, uma vez que a sinalização horizontal deve atender às duas condições (diurna e noturna) conforme apresentado no capítulo 2.

Ainda buscando-se melhorar a representatividade das análises efetuadas, foi elaborado um último teste com um grupo de pessoas diretamente relacionadas ao serviço de sinalização viária. Esse grupo denominado grupo de conferência técnico foi composto por indivíduos integrantes do quadro permanente de funcionários da Prefeitura de Sumaré. Todos os indivíduos selecionados para compor o grupo de conferência técnico possuem longa experiência prática em acompanhamento e avaliação de sinalização horizontal.

Ao grupo de conferência técnico foram aplicados os testes de duas formas diferentes. Na primeira seção de testes, utilizou-se a sequência de exposição de imagens similar ao teste 1 (descrito anteriormente), e foi realizada através da exposição das 90 imagens via projetor multimídia. Na segunda seção de testes, as 90 imagens foram fornecidas impressas em papel fotográfico, onde cada indivíduo pôde avaliar cada uma das imagens na sequência que desejasse. Em ambos os testes foram utilizadas as mesmas 90 imagens, porém apresentadas em diferente ordem.

Para cada indivíduo foi fornecido um padrão de imagens conforme apresentado anteriormente na figura 4.53 e um formulário conforme modelo apresentado na figura 4.54. Para efeito de organização dos testes aplicados ao grupo de conferência técnico denominou-se de avaliação A aquela realizada com projeção multimídia e de avaliação B aquela realizada com exposição em papel fotográfico. Os resultados obtidos da avaliação A (imagens avaliadas por projeção) e B (imagens avaliadas em papel fotográfico) foram tabulados e estão compilados nas tabelas de 4.39 a 4.41, conforme descrito a seguir:

- Tabela 4.39 – Dados compilados dos testes - Imagens compreendidas entre 05 e 75;
- Tabela 4.40 – Dados compilados dos testes - Imagens compreendidas entre 83 e 216;
- Tabela 4.41 – Dados compilados dos testes - Imagens compreendidas entre 237 e 378.

Tabela 4.39 – Dados compilados dos testes - Imagens compreendidas entre 05 e 75.

Número original da imagem	**Classificação do autor**	**Moda estatística**		
		Classificação fornecida pelos grupos de conferência		
		Adulto	**Técnico** (avaliação por projeção)	**Técnico** (avaliação em papel fotográfico)
5	5	5	5	5
6	5	5	5	5
11	5	5	5	5
12	5	4	5	5
13	5	4	5	5
19	5	4	5	5
20	5	5	5	5
21	5	5	5	5
22	5	5	5	5
24	5	5	5	5
30	5	5	5	5
34	5	5	5	5
39	5	4	5	5
40	5	4	5	5
41	5	4	5	5
55	4	4	4	4
57	4	5	4	4
67	3	3	3	3
73	4	4	4	4
75	4	5	5	4

Tabela 4.40 – Dados compilados dos testes - Imagens compreendidas entre 83 e 216.

Número original da imagem	**Classificação do autor**	**Moda estatística**		
		Classificação fornecida pelos grupos de conferência		
		Adulto	**Técnico** (avaliação por projeção)	**Técnico** (avaliação em papel fotográfico)
83	4	4	4	4
84	4	4	4	4
91	2	3	3	2
92	4	4	4	4
95	4	4	4	4
103	3	3	3	3
106	2	2	2	2
111	4	4	4	4
118	3	3	3	3
121	3	2	3	3
125	4	4	4	4
142	2	2	2	2
143	3	4	2	3
144	2	3	3	2
147	3	3	3	3
148	2	2	2	2
152	1	0	2	1
153	0	0	0	0
154	0	0	0	0
155	0	0	0	0
156	0	0	0	0
158	3	3	2	3
161	3	3	2	3
181	2	3	3	2
182	4	3	4	3
185	4	4	4	4
186	4	4	4	4
187	4	4	4	4
199	2	2	3	3
202	1	2	2	1
203	4	4	4	4
211	1	2	2	1
214	1	1	1	1
215	2	2	3	2
216	2	2	2	3

Tabela 4.41 – Dados compilados dos testes - Imagens compreendidas entre 237 e 378.

Número original da imagem	Classificação do autor	Moda estatística		
		Classificação fornecida pelos grupos de conferência		
		Adulto	**Técnico** (avaliação por projeção)	**Técnico** (avaliação em papel fotográfico)
237	2	2	3	2
247	2	2	2	2
248	3	3	3	3
254	2	3	2	3
255	2	3	3	2
257	3	4	3	3
267	1	2	1	1
268	1	1	1	1
280	1	1	1	1
281	1	1	1	1
282	1	2	2	2
297	1	3	2	3
299	1	3	3	2
300	1	3	2	2
305	1	3	2	2
311	1	3	2	2
319	1	1	1	1
321	1	1	1	1
322	1	1	1	1
324	1	1	1	1
328	1	0	1	1
330	1	0	1	1
355	1	0	1	1
357	1	0	1	1
358	1	0	1	1
360	1	0	1	1
363	1	1	1	1
364	1	0	1	1
366	1	2	1	1
373	1	0	1	1
374	1	1	1	1
375	1	0	0	1
376	1	0	1	1
377	1	1	1	1
378	1	0	1	0

Após a aplicação das avaliações A e B ao grupo de conferência técnico, pôde-se verificar que permaneceram as mesmas dispersões observadas nos testes anteriores, tornando evidente que as maiores divergências nas avaliações ocorrem no limite de classificação entre 2 e 3.

Através dos resultados obtidos, observou-se que ocorreram pequenas variações de classificações fornecidas entre grupo de conferência técnico ao comparar-se os resultados da avaliação por projeção da imagem com os resultados obtidos em papel fotográfico.

Porém, não foi possível concluir se as variações apresentadas estão relacionadas à forma de apresentação das imagens ou a outros fatores, tais como acuidade visual, distração, fadiga, etc.

Conforme demonstrado no presente capítulo, muitas informações e observações foram possíveis de ser obtidas no estudo proposto.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

5.1. Conclusões relativas à pesquisa bibliográfica

De forma objetiva, alguns pontos importantes ficaram evidentes na revisão bibliográfica, os quais são apresentados a seguir:

- Ficou evidente a preocupação ao longo do tempo dos organismos e entidades de transporte quanto à obtenção de materiais de sinalização horizontal de maior durabilidade;

- No biênio 1999/2000, surgiram importantes estudos e pesquisas nacionais e internacionais com o objetivo de identificar técnicas possíveis de serem aplicadas em análise de desempenho e durabilidade da sinalização horizontal;

- De maneira geral, os estudos realizados no exterior, ao longo do tempo, tanto no continente americano quanto no europeu apontaram a preocupação com a avaliação da vida útil da sinalização; alguns baseados em métodos de avaliação de desgaste através da variação de retrorrefletividade e outros no percentual de película de pintura remanescente sobre o pavimento e na maioria dos casos encontrados, ambos os métodos são utilizados de maneira complementar;

- Vários estudos apontaram, dentre outros quesitos, para a necessidade também de avaliação da vida útil da sinalização horizontal quando submetida a ações variadas de tráfego, características das vias, intempéries e condições climáticas;

- Os organismos normativos internacionais pesquisados apresentaram métodos avaliativos baseados nos quesitos de retrorrefletividade e do percentual de filme remanescente de pintura sobre o pavimento, porém os métodos propostos são ainda de difícil aplicação pelos municípios de pequeno e médio porte brasileiros;

- No cenário internacional, relativamente ao critério de avaliação de percentual remanescente de pintura, o método utilizado pela ASTM - D913-88 (2010) apresentou-se amplo, o que torna trabalhosa e difícil sua aplicação;

- Outros organismos internacionais também utilizam o método de controle de pintura remanescente com escalas de avaliação com menor número de classes e mais fáceis de serem observadas através de análise comparativa visual. Dentre os métodos com as características citadas, destacam-se os métodos utilizados pelo Reino Unido;

- No Brasil, o primeiro trabalho acadêmico identificado com o tema foi realizado em 1999; aplicou alguns tipos de materiais de sinalização e avaliou seu desempenho quando submetidos ao tráfego típico de rodovias, no estado de Minas Gerais;

- Ainda no Brasil, no ano de 2002, surgiu outro trabalho acadêmico que apresentou métodos de aplicação e controle de qualidade de materiais de sinalização horizontal, propondo como resultado final uma especificação técnica para execução e controle de serviços de sinalização urbana horizontal pelo processo de pintura a frio em cidades de pequeno e médio porte. Tal estudo caracterizou-se por apresentar uma abordagem simples e de fácil utilização por municípios de pequeno e médio porte, porém não propôs nenhuma metodologia focada na avaliação do desgaste da sinalização quando submetida à ação do tráfego urbano;

- As normas da ABNT, por sua vez, apresentam-se mais aplicáveis em rodovias devido aos critérios de medição sugeridos, avaliando o desgaste da sinalização apenas através do decréscimo nos índices de retrorrefletividade da sinalização ao longo do tempo, não apresentando nenhum outro método complementar de avaliação de desgaste de sinalização, como por exemplo, o de avaliação de perda de percentual de filme de pintura;

- A preocupação com a avaliação da durabilidade da sinalização vem despertando o interesse de universidades, as quais atualmente desenvolvem trabalhos científicos independentes e também em parceria com órgãos de transporte, buscando apresentar métodos de avaliação preditiva da vida útil da sinalização, mas sempre considerando o quesito retrorrefletividade.

- Os métodos citados da revisão bibliográfica apresentam-se ainda complexos para utilização prática direta pelos órgãos de trânsito de municípios de pequeno e médio porte brasileiros, sendo mais úteis na definição de valores preditivos teóricos de durabilidade da sinalização;

- De maneira geral,tanto no cenário nacional quanto no internacional existe a evidente falta de padronização e consenso sobre valores estabelecidos de retrorrefletividade, seja ela inicial ou residual, incluindo falta de padronização quanto ao método de leitura de retrorrefletividade;

- Ficou evidenciado que o desenvolvimento de um método ou critério que fosse de fácil aplicação e de baixo custo seria extremamente útil para atender-se as necessidades dos municípios de pequeno e médio porte brasileiros, carentes ainda de ferramentas adequadas à sua realidade;

- As questões levantadas pela revisão bibliográfica serviram como base para a idealização do experimento da tese.

5.2. Conclusões relativas ao experimento de campo

O desenvolvimento do experimento da tese permitiu obter as seguintes conclusões:

- As avaliações realizadas para o grupo de pessoas adultas e para os técnicos municipais confirmou que apenas a inspeção visual não foi suficiente para uma avaliação objetiva que pudesse ser empregada em nível de planejamento de serviços futuros de sinalização municipal;

- A durabilidade das tintas aplicadas apresentou período de vida útil superior a 6 meses na maioria dos pontos, algumas delas superior a 12 meses;

- O experimento desenvolvido não permitiu a definição objetiva do processo de degradação das pinturas pelo tráfego devido a não obtenção de dados confiáveis sobre o volume diário de tráfego e classes dos veículos circulantes;

- Alguns fatores inviabilizaram conclusões objetivas sobre a durabilidade da sinalização implantada; pode-se citar como exemplo a periodicidade de coleta das amostras de campo, as quais ficaram dependentes da disponibilidade das providências para a interdição das vias nos locais de estudo por parte do poder público;

- No ponto 8, onde ocorre intenso tráfego de veículos leves e pesados, associado com características agressivas à sinalização,esta apresentou durabilidade mínima (7 dias);

- O experimento permitiu avaliar que condições específicas geométricas das vias contribuem para o desgaste acelerado da pintura, principalmente a ocorrência de curva acentuada associada a greide em aclive, o que confirma a observação visual corrente no meio técnico;

- A tinta padrão DER 3.16 (considerada provisória), apesar de apresentar-se como um tipo de tinta pouco resistente (de baixa resistência à abrasão do tráfego), a mesma obteve comportamento similar à tinta padrão DNIT na maioria dos locais onde as solicitações do tráfego foram menos intensas, isto é, nos pontos de 1 a 6 e suas respectivas faixas;

- A tinta padrão DER 3.09 foi a que apresentou resistência ao desgaste imposto pelo tráfego maior ou igual às demais conforme já se esperava, devido às suas características técnicas;

5.3. Conclusões relativas ao método proposto inicialmente neste trabalho (6 classes)

- O critério de avaliação em 6 classes proposto neste trabalho, inicialmente apresentou-se para o autor como de fácil aplicação, porém, já de início, percebeu-se que existiriam incertezas na definição visual de algumas classificações do estado de desgaste da pintura;

- A aplicabilidade prática do método foi confirmada quando da classificação das imagens pelo autor, porém confirmou-se a dificuldade de classificação quando elas apresentavam desgaste perto do intervalo de definição entre as classes2 e 3;

- Quando o método proposto foi submetido aos dois grupos de conferência, confirmaram-se que as divergências na classificação ocorriam predominantemente no intervalo de definição entre as classes 2 e 3;

- Considerando-se a moda estatística das classificações emitidas pelo grupo de conferência para cada imagem avaliada e comparando-se com a classificação inicial do autor, pode verificar-se que ainda persistiram divergências.

- Acredita-se que a quantidade de imagens (90) analisadas por cada indivíduo do grupo de conferência pode ter influenciado na variação das classificações fornecidas, de maneira geral, por fatores humanos tais como: cansaço e acuidade visual, fadiga, estado

psicológico, dentre outros, porém a avaliação do efeito de tais fatores não é objeto de estudo deste trabalho;

- Através dos resultados obtidos nos testes aplicados aos dois grupos de conferência (adulto e técnico) e, com a aplicação das técnicas de análises demonstradas, foi possível verificar que a classificação adotada inicialmente com 6 classes, apesar de aparentemente simples, mostrou-se não plenamente satisfatória uma vez que, as avaliações aplicadas ao grupo de conferência adulto e ao grupo de conferência técnico confirmaram a dispersão nas classificações entre várias classes e, acentuadamente, entre as classes 2 e 3.

5.4. Conclusões relativas ao método simplificado (2 classes)

- Com base no novo critério testado com apenas 2 classes (satisfatório/insatisfatório) pode-se notar que a grande maioria das imagens receberam a mesma classificação, tanto pelo grupo de conferência adulto quanto pelo do autor;

- O critério simplificado com apenas duas classes mostrou-se de fácil aplicação e simples interpretação, gerando variações mínimas na classificação das imagens, sejam elas pelo grupo de conferência adulto ou pelo autor, no entanto manteve a não desprezível dispersão já observada na classificação do estado da pintura no ponto de tomada de decisão entre as classes consideradas: satisfatório e insatisfatório.

5.5. Sugestões para futuras pesquisas

Apresentam-se a seguir algumas sugestões de pesquisas sobre o tema durabilidade da sinalização urbana:

- Reprodução de experimento de campo em município que permita a definição das seguintes variáveis: tráfego solicitante controlado eletronicamente e informações complementares como VDM, classificação do tráfego, velocidade. E dados específicos do sistema viário, como por exemplo, as características geométricas da via, entre outros;

- Reprodução de experimento de campo proposto em outro município, porém com utilização de diferentes tipos de materiais de sinalização horizontal (ex. termoplástico, plástico a frio e tintas), comparando-se o desempenho dos materiais quando submetidos a diversas solicitações de tráfego urbano;

- Proposição de um sistema de gerenciamento para sinalização horizontal de baixa complexidade para municípios de pequeno e médio porte, o qual apresente indicadores preditivos para auxílio da manutenção da sinalização;

- Estudar qual a correlação entre o desgaste da camada superficial da sinalização implantada e a perda da retrorrefletividade da sinalização;

- Estudar quais são os níveis de retrorrefletividade ideais para ambientes urbanos, considerando-se a acuidade visual dos motoristas e sua faixa etária.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia referenciada

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. **D913-88(2010)** - Standard Test Method for Evaluating Degree of Resistance to Wear of Traffic Paint, 2010.

_____. **D713-98(2004)** - Conducting Road Service Tests on Fluid Traffic Marking Materials, 2004.

_____. **D7585/D7585M-10** - Standard Practice for Evaluating Retroreflective Pavement Markings Using Portable Hand-Operated Instruments, 2010.

_____. **ASTM E1710-97(2011)** - Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN - Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer,2011.

_____. **ASTM D4505-96(2005)** - Standard Specification for Preformed Retroreflective Pavement Marking Tape for Extended Service Life, 2005.

_____**. ASTM E965-96(2005)** – Standard Test Method for Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7396**: Sinalização horizontal viária — Material para sinalização — Terminologia. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 11862**: Tinta para sinalização horizontal à base de resina acrílica – Especificação. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 12935**: Tintas com resina livre para sinalização horizontal viária – Especificação. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR 13132**: Termoplástico para Sinalização Horizontal aplicado pelo processo de extrusão. Rio de Janeiro, 1994.

_____. **NBR 13159**: Termoplástico para sinalização horizontal aplicado pelo processo de aspersão. Rio de Janeiro, 1994.

_____. **NBR 13699**: Sinalização horizontal viária - Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água - Requisitos e método de ensaio. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 14723**: Sinalização horizontal viária – Avaliação da retrorrefletividade. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15402**: Sinalização horizontal viária - Termoplásticos - Procedimentos para execução de demarcação e avaliação. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 15405**: Sinalização horizontal viária – Tintas – Procedimentos para execução da demarcação e avaliação. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR15406**: Procedimentos para execução da demarcação e avaliação das sinalizações executadas com tintas. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 15438**: Sinalização horizontal viária – Tintas – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 15543**: Sinalização horizontal viária - Termoplástico alto relevo aplicado pelo processo de extrusão mecânica. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 15741**: Sinalização horizontal viária - Laminado elastoplástico para sinalização - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 15482**: Sinalização horizontal viária - Termoplásticos - Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 15870**: Sinalização horizontal viária – Plástico a frio à base de resinas metacrílicas reativas – Fornecimento e aplicação. Rio de Janeiro, 2010.

ASDRUBALI F., BURATTI C., MORETTI E., D'ALESSANDRO F., SCHIAVONI S. A new methodology for assessing the performance of road surface markings. In: **2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROAD AND RAIL INFRASTRUCTURE** – CETRA . Dubrovnik – Croacia, 2012.

BOLLEN, R.E., **Synthesis of Highway Practice 17: Pavement Traffic Marking: Materials and Application Affecting Serviceability**. Highway Research Board, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington - D.C, 1973.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro**. Lei n. 9503 de 23 de setembro de 1997. Brasília: DENATRAN, 1997.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES - CNT . **Pesquisa CNT de rodovias 2011: relatório gerencial**. Brasília, 2011:CNT:SEST:SENAT.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Resolução 236/2007 – Aprova o Volume IV – Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**. Brasília: DENATRAN, 2007.

DEBAILLON C., CARLSON P. J., HAWKINS H. G.,HE J. Y., SCHNELL T., and AKTAN F., Review and Development of Recommended Minimum Pavement Marking Retroreflectivity Levels. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, Washington D.C., 2008, n. 2055, p. 71-71.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (IPR-720)**. Rio de Janeiro, 2006.

Department for Transport. Highways Agency. **Design Manual for Roads and Bridges.** Traffic Signs and Road Markings Part 2 – TD 26/07 – Inspection and Maintenance of Road Markings and Road Studs on Motorways and all-purpose trunk roads. London – U.K., 2008. Disponível em: <http://www.dft.gov.uk/ha/standards/dmrb/vol8/section2.htm>. Acesso em: 17 mai. 2012.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 1436:2007 (2008) - Road marking materials - Road marking performance for road users**. Bruxelas – Bélgica, 2008.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION – FHWA (2003). **Manual on Uniform Traffic Control Devices** - MUTCD, Washington - D.C, 2003.

_____. Proposed Pavement Marking Retroreflectivity - MUTCD. Washington - D. C, 2009. Disponível em: <http://mutcd.fhwa.dot.gov/knowledge/proposed09mutcdrev1/mutcd2009_pmretro.htm >. Acesso em 17 mai. 2012.

FORTES, R. M., LOPES, L. G. R. Estudo da aderência pneu-pavimento para diferentes tipos de texturas de pavimentos em pistas de kartódromos. **In: CONGRESSO DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES – CONINFRA**, São Paulo, 2008.

GASPAR, L. **Lifetime engineering for roads**. In: 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROAD AND RAIL INFRASTRUCTURE – CETRA. Dubrovnik – Croacia, 2012.

GONZALES, C. **Safe Roads for Development – A policy framework for safe infraestructure on major road transport networks**, in We need simple, affordable safety features. These interventions are as effective as vacines, Washington-DC, 2010.

HAWKINS N., SMADI O. Developing and Implementing Enhanced Pavement Marking Management Tools for the Minnesota Department of Transportation: Phase I – Mapping Tool. **Minnesota Department of Transportation Research Services Section**, St. Paul, Minnesota, 2008. Disponível em: <http://www.lrrb.org/pdf/200837.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2012.

INTERNATIONAL ROAD FEDERATION – IRF. Maintenance of Road Signs, **Markings and Other Safety Assets: A cost effective means of optimizing road safety**. Geneva, 2006.

_____ . **Exploratory paper**, IRF Group of Experts on Road Safety. Geneva, 2011.

MOHI, A. **Performance Evaluation of Pavement Markings on Portland Cement Concrete Bridge Decks**. Thesis (Degree Master of Science) – University of Akron - Ohio – EUA, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. Improving Global Road Safety: Setting Regiional and National Road Traffic Casualty Reduction Targets, New York and Geneva, 2010.

PAIVA C. E. L., PESTANA F. A. B. A pintura horizontal a frio de vias urbanas em cidades de médio e pequeno porte: materiais, execução e controle. In: **Revista Pavimentação** Ed. 1, Rio de Janeiro-RJ, 2006.

PESTANA F. A. B. **A pintura horizontal a frio de vias urbanas em cidades de médio e pequeno porte: materiais, execução e controle**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP - Faculdade de Engenharia Civil. Campinas-SP, 2002.

REVISTA PORTUGUESA DE SINALIZAÇÃO. Portugal – Sintra: Associação Portuguesa de Fabricantes e Empreiteiros de Sinalização, 2009.

R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING. R Development Core Team R: A language and environment for statistical computing. Vienna – Austria, 2011. Disponível em: < http://www.r-project.org/ >. Acesso em: 20 mai.2012.

SCHWAB, M.S.F (1999) **Estudo do desempenho dos materiais de demarcação viária retrorrefletivos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Minas Gerais - UEMG. Engenharia de Materiais. Belo Horizonte-MG, 1999. Disponível em: <http://www.der.mg.gov.br/images/TrabalhosAcademicos/maria_selma_freitas_schwab.pdf>. Acesso em 17 mai. 2012.

SUDHAKAR S., SHANKAR V. N., DONNELL E. T. Pavement Marking Retrorreflectivity Inspection Data – A Weibull Analysis. In:**Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, Washington D.C., 2008, n. 2055, p. 63-70.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NATIONAL ACADEMIES – TRB **NCHRP Synthesis 306**. Long Term Pavement Marking Practices. Washington, D.C., 2002.

_____. **NCHRP Synthesis 371.** Managing Selected Transportation Assets: Signals, Lighting, Signs, Pavement Markings, Culverts and Sidewalks**.** Washington, D.C., 2007.

_____. **NCHRP Synthesis 408.** Pavement Marking Warranty Specifications. Washington, D.C., 2010.

WANG, S. **Comparative Analysis of NTPEP Pavement Marking Performance Evaluation Results**. Thesis (Degree Master of Science) – University of Akron - Ohio – EUA, 2010.

Bibliografia de apoio

ALLEN, R.W., et al. Drivers Visibility Requirements for Roadway Delineation. In: **Systems Technology & Human Factors Research**, Inc.,1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5830**: **Determinação de estabilidade acelerada de resinas e vernizes**. Rio de Janeiro, 1976.

_____. **NBR 14281**: **Sinalização horizontal viária – Esferas de vidro – Requisitos**. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **NBR 13699**: **Sinalização horizontal viária – Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água – Requisitos e método de ensaio**. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 6830**: Sinalização horizontal viária – Microesferas de vidro – Amostragem. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 12935**: **Tintas com resina livre para sinalização horizontal viária**. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR 10443**: Tintas – **Determinação da espessura da película seca**. Rio de Janeiro, 1988.

BOXALL, J. & FRAUNHOFER, J. A. **Paint formulation principles and practice**. London, 1980: Great Britain for Edward Arnold, 195 p.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION – BSI. **EN 1436:2007**: Road marking materials. Road marking performance for road users. 2007.

CAPELA, M.V. & CAPELA, J.M.V. **Elaboração de Gráficos *Box-Plot* em Planilhas de Cálculo**. Depto de Físico-Química, Instituto de Química – UNESP, Campus de Araraquara.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – CET. **Tinta à base de resina acrílica para sinalização horizontal (ET-SH-02)**. São Paulo, 1995.

COTTRELL, B.H. & HANSON, R.A. **Determining the Effectiveness of Pavement Marking Materials Final Report**. Virginia-EUA, 2001.

DEBAILLON, C., ET AL. Review and Development of Recommended Minimum Pavement Marking Retroreflectivity Levels**.** In: **87th ANNUAL MEETING OF THE TRANSPORTATION RESEARCH BOARD.**, Washington,D.C, 2008.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. – DER-SP. **Critérios para uniformização de escolha de materiais para sinalização horizontal, DTM-SUP/DER – 004-05/1997**.DER, São Paulo, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER. **Microesferas de vidro para sinalização rodoviária horizontal (EM-373/97)**. Rio de Janeiro, 1997.

DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. – DERSA. **Especificação técnica de esferas de vidro retrorrefletivas para sinalização horizontal (OP-06-22)**. São Paulo, 1989.

DEUTSCH, P. Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia. Editoriais Ltda. **Revista da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas – ABRAFATI**. Volume 1, 1ª Edição, São Paulo, 1993: Textonovo Editora e Serviços, p. 278 a 282 e 599 a 614.

FARBER B., LARSON R. Estatística Aplicada. 4ª edição. São Paulo, 2010: Pearson Prentice Hall.

FAZENDA, J. M. R. Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia. **Revista da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas – ABRAFATI**. Volume 1, 1ª Edição, São Paulo, 1993: Textonovo Editora e Serviços Editoriais Ltda., p. 285 a 326 e 399 a 448.

GENOVEZ A.I.B.,TEIXEIRA E.N. **Instruções para Apresentação de Dissertações/Teses na FEC**. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP - Faculdade de Engenharia Civil. Campinas-SP,2010.

GNECCO, C. **A pintura na proteção anticorrosiva** – Nível Técnico – Sumaré Indústria Química S.A. Sumaré – S. P.,1998.

GRANSBERG, D.D. AND C. RIEMER. Performance-Based Construction Contractor Prequalification. In: **SYNTHESIS OF HIGHWAY PRACTICE 390**. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C, 2009.

GRETAGMACBETH^{TM}– **Visual Color Communication Product and Resource Guide**. New York, 2000 (Catálogo).

HYMAN, W.A. Performance- Based Contracting for Maintenance. In: **Synthesis of Highway Practice 389**. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2009.

LAKATOS, E. M. & MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. São Paulo, 2001.

MANNERING, F.L. & KILARESKI, W.P. **Principles of highway engineering and traffic analysis**. New York, 1990.

MIGLETZ J. et al., **Evaluation of All-Weather Pavement Markings**. FHWA, 2000.

OGLESBY, C.H. **Highway engineering**. New York, 1982.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU, UNECE. **Transport Review**, New York and Geneva, 2008.

_____ – INLAND TRANSPORT COMMITTEE **Consolidated Resolution on Road Signs and Signals**, New York and Geneva, 2010.

_____ – INLAND TRANSPORT COMMITTEE – **Consolidated Resolution on Road Signs and Signals – Working party on road traffic safety**, New York and Geneva, 2010.

PESTANA, F.A.B. **Estudo de caso – Ciclo PDCA aplicado na melhoria contínua da segurança viária em um município de médio porte**. Monografia (Especialização) – Faculdades Integradas Logatti. Araraquara-SP, 2010.

SCOTT, S., K.R. MOLENAAR, D.D. GRANSBERG, AND N.C. SMITH. Best-Value Procurement Methods for Highway Construction Projects. In:**NCHRP Report 561**. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2006.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. São Paulo, 1997.

SEVERINO, A.J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo, 2000.

THAGESEN, B. **Highway and traffic engineering in developing countries**. London, 1996.

WRIGHT, P. H. & PAQUETTE, R. J. **Highway Engineering**. New York, 1979.

APÊNDICES

Apêndice A - Resultados compilados dos testes 1 e 2

Apêndice B - Ensaio da Mancha de Areia

Apêndice C - Leituras de filmes úmido e seco

Apêndice D - Banco de dados de imagens

Apêndice A – Resultados compilados dos testes 1 e 2

Tabela A.1 – Resultados Compilados do Teste 1

Alunos dos cursos: Licenciatura em química e farmácia e bioquímica							
Foto Nr.	Imagem original	Classe					
		0	1	2	3	4	5
31	5	0	0	0	3	7	47
67	6	0	0	0	3	18	36
68	11	0	0	0	0	15	42
69	12	0	0	0	3	27	27
48	13	0	0	0	8	38	11
49	19	0	0	0	2	16	39
18	20	0	0	0	0	5	52
19	21	0	0	0	0	0	55
20	22	0	0	0	1	11	45
21	24	0	0	1	1	9	46
50	30	0	1	0	1	6	49
45	34	0	0	0	1	4	52
13	39	0	0	0	1	15	41
7	40	0	0	0	1	13	43
1	41	0	0	0	3	27	27
46	55	0	0	0	6	42	9
70	57	1	0	0	0	19	37
71	67	0	0	2	32	23	0
72	73	0	1	1	3	31	21
63	75	0	0	1	3	10	43
64	83	0	0	1	7	49	0
35	84	0	0	0	2	54	1
36	91	0	0	9	42	5	1
37	92	0	0	0	1	29	27
38	95	0	0	0	1	18	38
51	103	0	1	18	35	3	0
30	106	0	2	24	29	2	0
14	111	0	0	2	3	39	13
8	118	1	6	13	28	9	0
2	121	0	2	35	19	1	0
61	125	1	1	1	7	32	15
85	142	0	10	24	20	2	1
86	143	1	2	6	12	31	4
87	144	0	1	9	39	7	0
78	147	0	0	7	47	3	0
79	148	0	1	32	24	0	0

(continua…)

Tabela A.1 – Resultados Compilados do Teste 1 (continuação)

Alunos dos cursos: Licenciatura em química e farmácia e bioquímica							
52	152	22	33	1	0	0	0
53	153	36	20	0	1	0	0
54	154	44	12	1	0	0	0
55	155	29	27	1	0	0	0
65	156	40	15	0	2	0	0
60	158	0	1	2	28	25	1
15	161	0	0	5	39	10	3
9	181	0	2	13	30	11	0
3	182	0	3	11	28	12	1
47	185	0	0	4	26	24	3
88	186	1	0	0	9	40	6
89	187	2	2	13	9	21	10
90	199	0	11	43	3	0	0
43	202	0	19	33	3	2	0
44	203	0	0	1	7	45	3
39	211	0	23	34	0	0	0
40	214	0	39	18	0	0	0
41	215	0	1	40	16	0	0
42	216	0	0	50	6	1	0
66	237	0	15	28	12	1	0
77	247	3	9	32	12	1	0
16	248	0	0	5	15	37	0
10	254	0	5	34	16	2	0
4	255	1	5	30	15	5	1
62	257	0	0	1	8	41	7
73	267	0	11	43	3	0	0
74	268	1	41	12	2	1	0
75	280	2	40	11	4	0	0
26	281	1	50	6	0	0	0
27	282	1	31	25	0	0	0
22	297	2	2	12	14	25	2
23	299	0	3	12	38	4	0
24	300	0	2	15	36	3	1
25	305	1	1	11	21	23	0
80	311	0	0	3	28	26	0
76	319	1	54	1	1	0	0
17	321	0	52	4	0	1	0
11	322	2	53	2	0	0	0
5	324	6	45	5	1	0	0

(continua…)

Tabela A.1 – Resultados Compilados do Teste 1 (continuação)

Alunos dos cursos: Licenciatura em química e farmácia e bioquímica							
32	328	56	1	0	0	0	0
82	330	56	1	0	0	0	0
83	355	53	4	0	0	0	0
84	357	54	3	0	0	0	0
28	358	51	6	0	0	0	0
29	360	50	7	0	0	0	0
56	363	3	33	20	0	1	0
57	364	47	10	0	0	0	0
58	366	2	39	16	0	0	0
59	373	46	8	0	1	2	0
81	374	4	49	4	0	0	0
34	375	54	2	0	0	1	0
33	376	56	0	0	0	1	0
12	377	6	47	3	0	1	0
6	378	46	11	0	0	0	0

(fim)

Tabela A.2 – Resultados Compilados do Teste 2

Alunos dos cursos:							
Licenciatura em química , Engenharia Civil e							
Pós-Graduação em Engenharia de Transportes							
Foto Nr.	Imagem original	Classe					
		0	1	2	3	4	5
44	5	0	0	0	3	9	62
16	6	0	0	0	0	8	67
30	11	0	0	0	1	18	55
31	12	0	2	2	0	34	33
45	13	0	0	0	11	58	3
60	19	0	0	0	2	43	29
48	20	0	0	0	0	17	58
49	21	0	0	0	0	0	75
50	22	0	0	0	0	30	44
51	24	0	0	0	1	10	64
52	30	0	0	1	0	1	72
53	34	0	0	0	1	38	34
54	39	0	0	0	5	55	13
55	40	0	0	0	1	50	23
47	41	0	0	0	1	37	37
46	55	0	0	0	12	56	5
17	57	0	0	0	2	19	54
36	67	0	0	5	37	32	0
37	73	0	0	0	4	38	33
38	75	0	0	0	0	21	54
39	83	0	0	0	12	59	2
40	84	0	0	1	6	64	3
41	91	0	1	10	59	2	0
42	92	1	0	0	4	53	16
43	95	1	0	0	3	36	34
56	103	0	0	17	54	2	0
57	106	0	1	41	31	1	0
58	111	0	1	5	24	43	0
59	118	1	7	29	34	3	0
61	121	0	3	30	37	2	1
76	125	0	0	3	5	52	14
11	142	1	10	21	33	8	0
12	143	0	1	3	18	46	5
13	144	0	2	6	58	5	1
14	147	0	1	4	52	14	1
77	148	1	3	35	32	3	0

(continua…)

Tabela A.2 – Resultados Compilados do Teste 2 (continuação)

Alunos dos cursos:							
Licenciatura em química , Engenharia Civil e							
Pós-Graduação em Engenharia de Transportes							
78	152	51	24	0	0	0	0
79	153	65	9	0	0	0	0
80	154	68	7	0	0	0	0
81	155	47	28	0	0	0	0
82	156	53	22	0	0	0	0
83	158	0	0	2	51	19	0
84	161	0	0	3	52	17	0
85	181	0	1	17	52	5	0
86	182	0	1	17	34	22	0
87	185	0	0	3	13	55	3
6	186	0	0	1	17	50	6
7	187	0	1	0	25	35	12
8	199	0	10	58	7	0	0
9	202	1	10	61	2	1	0
10	203	0	0	0	8	56	10
62	211	0	32	42	1	0	0
63	214	0	46	28	1	0	0
64	215	0	2	37	33	1	0
65	216	0	4	52	17	0	0
66	237	0	12	30	28	4	0
67	247	1	11	42	18	3	0
68	248	0	0	11	27	33	2
69	254	0	1	20	46	5	2
88	255	0	2	27	43	2	0
89	257	0	1	0	3	67	3
2	267	0	2	66	5	0	2
3	268	1	53	18	0	0	2
4	280	0	53	19	2	1	0
5	281	1	47	26	1	0	0
70	282	0	30	40	3	1	0
71	297	0	1	3	21	48	1
72	299	0	0	9	53	9	1
73	300	0	1	11	55	6	1
74	305	0	1	4	37	31	1
75	311	0	0	3	39	30	1
90	319	3	71	0	0	0	1
18	321	0	73	2	0	0	0
34	322	0	71	3	0	0	0

(continua…)

Tabela A.2 – Resultados Compilados do Teste 2 (continuação)

Alunos dos cursos:							
Licenciatura em química , Engenharia Civil e							
Pós-Graduação em Engenharia de Transportes							
20	324	2	47	24	0	0	0
1	328	73	1	1	0	0	0
21	330	74	1	0	0	0	0
22	355	70	5	0	0	0	0
23	357	60	15	0	0	0	0
24	358	61	14	0	0	0	0
25	360	52	20	2	1	0	0
26	363	1	29	43	1	0	0
27	364	49	24	2	0	0	0
28	366	1	22	47	4	0	0
29	373	60	13	0	1	1	0
32	374	2	60	11	0	1	0
33	375	62	10	2	0	0	0
19	376	75	0	0	0	0	0
35	377	0	64	9	2	0	0
15	378	60	15	0	0	0	0

(fim)

Apêndice B - Ensaio da Mancha de Areia

O ensaio de Mancha de Areia foi realizado na data de 15 de Dezembro do ano de 2004 e pautou-se nos procedimentos descritos na norma ASTM E965-96 (2005) e no DNIT - Manual de restauração de pavimentos asfálticos – IPR720 (2006). Conforme citam os documentos referenciados, este procedimento objetiva determinar a profundidade média da macrotextura da superfície do pavimento. Foi adotado este ensaio no experimento proposto a fim de poder-se padronizar as superfícies dos 09 (nove) pontos objeto de estudo. Não foi objetivo deste ensaio a análise de microtextura da superfície dos pavimentos nem tampouco comparar com resultados de outros métodos de ensaios de macrotextura existentes.

O procedimento descrito na norma e utilizado no presente ensaio consiste em lançar e espalhar cuidadosamente em movimentos circulares um volume conhecido de areia classificada, a fim de conseguir uma forma final o mais próxima de uma circunferência, conforme mostra figura B.1.

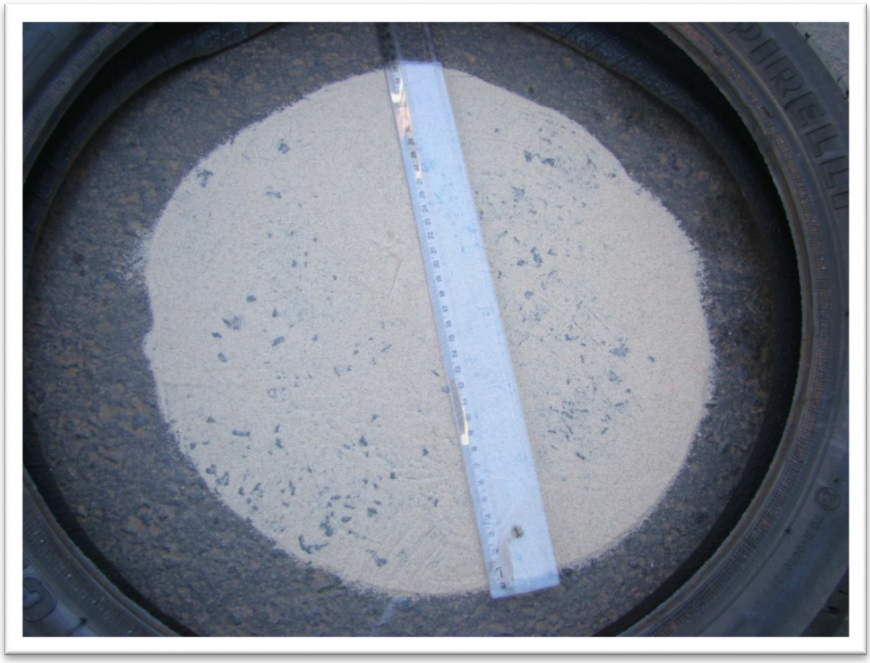


Figura B.1 – Exemplo retirado do ensaio da mancha de areia sobre o pavimento.

Os materiais utilizados para execução do ensaio foram de características e/ou funções similares às descritas no documento normativo, tais como:

- 36 volumes de areia com características especificas para o ensaio;
- Escova e pincel para limpeza da superfície;
- Desempenadeira para espalhamento da areia na superfície;
- Régua para medição do diâmetro da área coberta pela areia;
- Pneu para evitar ação do vento durante o espalhamento da areia.

O ensaio caracterizou-se pela realização de 04 manchas de areia aplicadas em cada ponto, perfazendo um total de 36 manchas de areia para todos os 09 pontos. As medidas foram então tabuladas e são apresentadas na tabela B.2 – Dados obtidos no ensaio da mancha de areia. De posse das leituras necessárias, na mesma tabela foi calculada a profundidade média da macrotextura do pavimento através da equação B.1 – Cálculo da profundidade média da macrotextura, descrita a seguir.

$$HS = (4\ x\ V) \div (\pi\ x\ D^2) \qquad \text{(equação B.1)}$$

Onde:

HS = profundidade média da macrotextura da superfície do pavimento, em mm;

V = volume da amostra de areia em mm^3;

D = média aritmética das leituras de diâmetro da superfície coberta pela mancha de areia.

A classificação das macrotexturas foi realizada então com base na tabela B.1– Classificação da macrotextura superficial do revestimento, apresentada abaixo:

Tabela B.1 – Classificação da macrotextura superficial do revestimento. Fonte DNIT.

Classificação	**Limites** (em mm)
Muito fina ou muito fechada	$H_S \leq 0{,}20$
Fina ou fechada	$0{,}20 < H_S \leq 0{,}40$
Média	$0{,}40 < H_S \leq 0{,}80$
Grossa	$0{,}80 < H_S \leq 1{,}20$
Muito grosseira ou aberta	$H_S > 1{,}20$

Os resultados obtidos respectivos à cada local de ensaio proposto foram compilados e são apresentados na tabela B.3 – Classificação obtida da macrotextura dos locais de ensaio.

Tabela B.3 – Classificação obtida da macrotextura dos locais de ensaio

Local (4)	**Ponto** (5)	**Nº Ensaio** (6)	**Classificação** (3)
Av. Antonio Pereira de Camargo Neto, Jardim Dall´orto	P_1	1	Fina ou fechada
	P_2	2	
Av. Júlio de Vasconcellos, Região Central	P_3	3	
	P_4	4	
Av. Fuad Assef Maluf, Região Central	P_5	5	
	P_6	6	
Av. 3M, Região Central	P_7	7	
	P_8	8	
	P_9	9	

A fim de permitir uma melhor compreensão dos dados apresentados nas tabelas B.2 e B.3, cada um dos campos contidos no cabeçalho das mesmas recebeu um número de identificação. Uma breve explicação sobre cada campo e seu respectivo item é dada à seguir:

(1) Volume de areia em mm^3: Corresponde ao volume de areia utilizado em cada mancha do ensaio, em mm^3;

(2) Mancha 1: Corresponde à primeira mancha de areia realizada no ponto de estudo;

(3) Classificação: Corresponde à classificação da macrotextura da camada de revestimento do pavimento, calculada com base nos valores obtidos de H_S pela equação B.1 e aplicada a tabela B.1;

(4) Local: Indica a via onde foi realizado o estudo;

(5) Ponto: Indica o ponto na via onde foi realizado o estudo;

(6) N^o ensaio: Indica o número do ensaio e à qual ponto está relacionado;

(7) D_{1a} – Indica a primeira leitura de diâmetro realizada na mancha, em mm;

(8) D_{1b} – Indica a segunda leitura de diâmetro realizada na mancha, em mm;

(9) D_{1c} – Indica a terceira leitura de diâmetro realizada na mancha, em mm;

(10) D_{1d} – Indica a quarta leitura de diâmetro realizada na mancha, em mm;

(11) D_{M1} – Indica a média aritmética das 4 leituras de diâmetro realizadas em cada mancha, em mm;

(12) H_{S1} – Indica a profundidade média da macrotextura da superfície do pavimento, em mm.

B.1. Exemplo para entendimento das tabelas B.2 e B.3

Para o ensaio nº 1 (Coluna 6), o local do ensaio (Coluna 4) é a Av. Antonio Pereira de Camargo Neto, Jardim Dall´orto e o ponto de estudo é o P_1 (Coluna 5). Foram realizadas ensaios para este ponto, perfazendo no total 4 manchas de areia que são: Mancha 1 (Coluna 2), Mancha 2, Mancha 3 e Mancha 4. No caso da Mancha 1, foram realizadas quatro medições de diâmetro que são D_{1a} (Coluna 7), D_{1b} (Coluna 8), D_{1c} (Coluna 9) e D_{1d} (Coluna 10). Após realização das 4 leituras calculou-se a média aritmética das mesmas e o resultado foi armazenado em D_{M1} (Coluna 11). Através do valor de D_{M1} calculou-se H_{S1} (Coluna 12). O procedimento foi repetido até a obtenção dos valores referentes às quatro manchas relativas ao ponto P_1. Com os valores de HS_1, HS_2, HS_3 e HS_4 calculados, aplicou-se a tabela II.1 e realizou-se a classificação (Coluna 3) da macrotextura da camada superficial do pavimento.

Tabela B.2 – Dados obtidos no ensaio da mancha de areia.

Volume de areia 25000 mm^3 (1)			**Mancha 1** (2)						**Mancha 2**						**Mancha 3**						**Mancha 4**					
Local (4)	**Ponto** (5)	**Nº ensaio** (6)	**D_{1a}** (7)	**D_{1b}** (8)	**D_{1c}** (9)	**D_{1d}** (10)	**D_{M1}** (11)	**H_{S1}** (12)	**D_{2a}**	**D_{2b}**	**D_{2c}**	**D_{2d}**	**D_{M2}**	**H_{S2}**	**D_{3a}**	**D_{3b}**	**D_{3c}**	**D_{3d}**	**D_{M3}**	**H_{S3}**	**D_{4a}**	**D_{4b}**	**D_{4c}**	**D_{4d}**	**D_{M4}**	**H_{S4}**
Av. Antonio Pereira de Camargo Neto, Jardim Dall´orto	P_1	1	325	365	340	360	348	0.26	320	330	335	345	333	0.29	345	310	340	370	341	0.27	365	345	350	335	349	0.26
	P_2	2	345	330	325	350	338	0.28	365	340	345	380	358	0.25	380	410	355	375	380	0.22	345	355	360	375	359	0.25
Av. Júlio de Vasconcellos, Região Central	P_3	3	335	385	370	375	366	0.24	370	415	380	355	380	0.22	375	360	340	400	369	0.23	335	345	350	320	338	0.28
	P_4	4	340	355	365	350	353	0.26	330	355	310	370	341	0.27	385	345	475	390	399	0.20	325	340	335	335	334	0.29
Av. Fuad Assef Maluf, Região Central	P_5	5	335	340	320	345	335	0.28	335	325	340	345	336	0.28	320	355	340	365	345	0.27	355	340	330	355	345	0.27
	P_6	6	355	340	365	380	360	0.25	335	355	330	345	341	0.27	345	355	325	340	341	0.27	380	335	350	340	351	0.26
Av. 3M, Região Central	P_7	7	340	335	355	350	345	0.27	350	345	310	330	334	0.29	355	340	365	355	354	0.25	345	325	335	335	335	0.28
	P_8	8	335	350	345	340	343	0.27	340	350	340	355	346	0.27	345	350	360	355	353	0.26	365	345	330	345	346	0.27
	P_9	9	340	345	330	355	343	0.27	355	360	345	370	358	0.25	355	344	360	355	354	0.25	345	365	350	340	350	0.26

Apêndice C - Leituras de filmes úmido e seco

A fim de permitir uma melhor compreensão dos dados apresentados nas tabelas deste Apêndice, cada campo do cabeçalho das tabelas recebeu um número de identificação. Uma breve explicação sobre cada campo e seu respectivo item é dada à seguir:

Tabela C.1 – Leituras de espessuras de filme seco, realizadas com micrômetro:

(1) Placa: Identifica o respectivo número da placa de amostra de tinta recolhida durante o ensaio;

(2) Local: Identifica o nome da Avenida ou Rodovia na qual os dados foram colhidos;

(3) Mapa n^{o}: Identifica o número do mapa referente aos dados;

(4) Ponto n^{o}: Identifica o número do ponto referente aos dados;

(5) Espessura da placa (mm): Expressa a espessura da placa de amostra de tinta em mm, sem a aplicação do filme de tinta, leitura esta obtida através do micrômetro;

(6) Espessura de filme seco de pintura + espessura da placa: Apresenta a leitura obtida através do micrômetro para cada ponto da placa de amostra de tinta, conforme estabelecido na figura 3.6 – Leitura de filme seco e figura 3.7 – Desenho da placa de amostra de pintura no Capítulo 3;

(7) Leitura 1: Apresenta a primeira leitura de filme de tinta seco somado a espessura da placa de amostra;

(8) Leitura 2: Apresenta a segunda leitura de filme de tinta seco somado a espessura da placa de amostra;

(9) Leitura 3: Apresenta a terceira leitura de filme de tinta seco somado a espessura da placa de amostra;

(10) Leitura 4: Apresenta a quarta leitura de filme de tinta seco somado a espessura da placa de amostra;

(11) (Média das 4 leituras) – (espessura da placa): Apresenta o resultado do valor médio das 4 leituras realizadas na placa de amostra subtraindo-se o valor da placa. Este valor representa o valor médio da espessura de filme seco de tinta aplicada na amostra.

Tabela C.2 – Resultados obtidos para leituras de filmes úmido e seco:

(1) Placa: Identifica o respectivo número da placa de amostra de tinta recolhida durante o ensaio;

(2) Mapa n^{o}: Identifica o número do mapa referente aos dados;

(3) Ponto n^{o}: Identifica o número do ponto referente aos dados;

(4) Tipo de Tinta: Identifica o tipo de tinta aplicado no ensaio, conforme Apêndice F;

(5) Espessura de filme úmido (mm): Apresenta a leitura de filme úmido obtida durante a aplicação de cada tipo de tinta;

(6) Espessura média de filme seco (mm): Reproduz os valores obtidos no campo (11) da tabela C.1 – Leituras de espessuras de filme seco, realizadas com micrômetro;

(7) Redução (%) do filme seco em relação ao filme úmido: Apresenta a redução percentual da espessura média do filme seco em relação à espessura do filme úmido, obtida para cada placa de amostra de tinta;

(8) Diferença (%) entre filmes úmido e seco: Apresenta o percentual de diminuição entre a espessura média do filme seco e a espessura do filme úmido.

Tabela C.1 - Leituras de espessura de filme seco realizadas com micrômetro

Placa (1)	**Local** (2)	**Mapa nº** (3)	**Ponto nº** (4)	**Espessura da placa (mm)** (5)	**Espessura de filme seco de pintura + espessura da placa** (6)				
					Leitura 1 (7)	**Leitura 2** (8)	**Leitura 3** (9)	**Leitura 4** (10)	**(Média das 4 leituras) - (espessura da placa)** (11)
1	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	1	0.24	0.68	0.73	0.69	0.71	0.47
2	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	1	0.24	0.64	0.68	0.65	0.70	0.43
3	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	1	0.24	0.71	0.73	0.68	0.62	0.45
4	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	2	0.24	0.74	0.67	0.68	0.68	0.46
5	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	2	0.24	0.66	0.68	0.64	0.71	0.44
6	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	2	0.24	0.67	0.70	0.69	0.63	0.44
7	Av: Julio de Vasconcellos	2	3	0.24	0.62	0.69	0.75	0.64	0.44
8	Av: Julio de Vasconcellos	2	3	0.24	0.67	0.82	0.61	0.69	0.46
9	Av: Julio de Vasconcellos	2	3	0.24	0.72	0.65	0.68	0.61	0.43
10	Av: Julio de Vasconcellos	2	4	0.24	0.69	0.64	0.70	0.65	0.44
11	Av: Julio de Vasconcellos	2	4	0.24	0.66	0.59	0.73	0.72	0.44
12	Av: Julio de Vasconcellos	2	4	0.24	0.60	0.78	0.64	0.74	0.46
13	Av. Fuad Assef Maluf	3	6	0.24	0.64	0.75	0.67	0.74	0.47
14	Av. Fuad Assef Maluf	3	6	0.24	0.64	0.72	0.69	0.65	0.44
15	Av. Fuad Assef Maluf	3	6	0.24	0.65	0.71	0.64	0.64	0.43
16	Av. Fuad Assef Maluf	3	6	0.24	0.70	0.75	0.74	0.69	0.49
17	Av. Fuad Assef Maluf	3	6	0.24	0.67	0.70	0.54	0.61	0.40
18	Av. Fuad Assef Maluf	3	6	0.24	0.72	0.74	0.73	0.69	0.49
19	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	1	0.24	0.68	0.65	0.67	0.63	0.42
20	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	1	0.24	0.70	0.66	0.67	0.62	0.43
21	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	1	0.24	0.69	0.75	0.72	0.60	0.46
22	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	2	0.24	0.62	0.69	0.64	0.66	0.42
23	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	2	0.24	0.70	0.63	0.71	0.75	0.46
24	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	2	0.24	0.68	0.58	0.75	0.70	0.44

(continua...)

Tabela C.1 - Leituras de espessura de filme seco realizadas com micrômetro (continuação)

Placa (1)	**Local** (2)	**Mapa nº** (3)	**Ponto nº** (4)	**Espessura da placa (mm)** (5)	**Espessura de filme seco de pintura + espessura da placa** (6)				
					Leitura 1 (7)	**Leitura 2** (8)	**Leitura 3** (9)	**Leitura 4** (10)	**(Média das 4 leituras) - (espessura da placa)** (11)
25	Av: Julio de Vasconcellos	2	3	0.24	0.70	0.71	0.82	0.65	0.49
26	Av: Julio de Vasconcellos	2	3	0.24	0.54	0.72	0.65	0.72	0.42
27	Av: Julio de Vasconcellos	2	3	0.24	0.67	0.78	0.76	0.76	0.51
28	Av: 3 M	4	7	0.24	0.72	0.67	0.70	0.80	0.49
29	Av: 3 M	4	7	0.24	0.69	0.63	0.72	0.66	0.44
30	Av: 3 M	4	7	0.24	0.67	0.72	0.64	0.68	0.44
31	Av: 3 M	4	8	0.24	0.62	0.64	0.68	0.66	0.42
32	Av: 3 M	4	8	0.24	0.70	0.70	0.71	0.74	0.48
33	Av: 3 M	4	8	0.24	0.64	0.72	0.60	0.65	0.42
34	Av: 3 M	4	9	0.24	0.69	0.64	0.66	0.67	0.43
35	Av: 3 M	4	9	0.24	0.65	0.57	0.72	0.65	0.41
36	Av: 3 M	4	9	0.24	0.71	0.60	0.62	0.70	0.42
37	Av: 3 M	4	7	0.24	0.67	0.64	0.71	0.69	0.44
38	Av: 3 M	4	7	0.24	0.72	0.60	0.72	0.65	0.44
39	Av: 3 M	4	7	0.24	0.81	0.59	0.64	0.71	0.45
40	Av: 3 M	4	8	0.24	0.69	0.54	0.65	0.64	0.40
41	Av: 3 M	4	8	0.24	0.62	0.64	0.69	0.76	0.44
42	Av: 3 M	4	8	0.24	0.82	0.72	0.71	0.69	0.50
43	Av: 3 M	4	9	0.24	0.66	0.69	0.72	0.64	0.44
44	Av: 3 M	4	9	0.24	0.69	0.70	0.66	0.63	0.44
45	Av: 3 M	4	9	0.24	0.54	0.65	0.71	0.74	0.43
46	Av. Fuad Assef Maluf	3	6	0.24	0.71	0.68	0.66	0.72	0.46
47	Av. Fuad Assef Maluf	3	6	0.24	0.91	0.84	0.77	0.67	0.56
48	Av. Fuad Assef Maluf	3	6	0.24	0.72	0.72	0.75	0.62	0.47

(continua...)

Tabela C.1 - Leituras de espessura de filme seco realizadas com micrômetro (continuação)

Placa (1)	**Local** (2)	**Mapa nº** (3)	**Ponto nº** (4)	**Espessura da placa (mm)** (5)	**Espessura de filme seco de pintura + espessura da placa** (6)				
					Leitura 1 (7)	**Leitura 2** (8)	**Leitura 3** (9)	**Leitura 4** (10)	**(Média das 4 leituras) - (espessura da placa)** (11)
49	Av. Fuad Assef Maluf	3	5	0.24	0.76	0.65	0.72	0.69	0.47
50	Av. Fuad Assef Maluf	3	5	0.24	0.74	0.60	0.70	0.71	0.45
51	Av. Fuad Assef Maluf	3	5	0.24	0.82	0.76	0.69	0.74	0.52
52	Av. Fuad Assef Maluf	3	5	0.24	0.73	0.68	0.69	0.73	0.47
53	Av. Fuad Assef Maluf	3	5	0.24	0.69	0.81	0.70	0.74	0.50
54	Av. Fuad Assef Maluf	3	5	0.24	0.66	0.74	0.76	0.72	0.49
55	Av. Fuad Assef Maluf	3	5	0.24	0.73	0.79	0.78	0.55	0.48
56	Av. Fuad Assef Maluf	3	5	0.24	0.72	0.66	0.79	0.68	0.48
57	Av. Fuad Assef Maluf	3	5	0.24	0.77	0.61	0.69	0.59	0.43
58	Av: Julio de Vasconcellos	2	4	0.24	0.69	0.64	0.76	0.72	0.47
59	Av: Julio de Vasconcellos	2	4	0.24	0.65	0.67	0.73	0.61	0.43
60	Av: Julio de Vasconcellos	2	4	0.24	0.69	0.78	0.62	0.69	0.46
61	Av: Julio de Vasconcellos	2	4	0.24	0.66	0.65	0.64	0.71	0.43
62	Av: Julio de Vasconcellos	2	4	0.24	0.71	0.62	0.67	0.72	0.45
63	Av: Julio de Vasconcellos	2	4	0.24	0.67	0.74	0.61	0.68	0.44
64	Av: Julio de Vasconcellos	2	3	0.24	0.62	0.64	0.72	0.70	0.44
65	Av: Julio de Vasconcellos	2	3	0.24	0.72	0.66	0.62	0.70	0.44
66	Av: Julio de Vasconcellos	2	3	0.24	0.79	0.70	0.67	0.73	0.49
67	Av: 3 M	4	7	0.24	0.56	0.72	0.60	0.69	0.41
68	Av: 3 M	4	7	0.24	0.70	0.68	0.66	0.74	0.46
69	Av: 3 M	4	7	0.24	0.57	0.55	0.73	0.60	0.38
70	Av: 3 M	4	8	0.24	0.63	0.68	0.62	0.62	0.40
71	Av: 3 M	4	8	0.24	0.69	0.66	0.72	0.69	0.46
72	Av: 3 M	4	8	0.24	0.64	0.72	0.65	0.72	0.45

(continua...)

Tabela C.1 - Leituras de espessura de filme seco realizadas com micrômetro (continuação)

Placa (1)	**Local** (2)	**Mapa nº** (3)	**Ponto nº** (4)	**Espessura da placa (mm)** (5)	**Espessura de filme seco de pintura + espessura da placa** (6)				
					Leitura 1 (7)	**Leitura 2** (8)	**Leitura 3** (9)	**Leitura 4** (10)	**(Média das 4 leituras) - (espessura da placa)** (11)
73	Av: 3 M	4	9	0.24	0.79	0.72	0.63	0.59	0.45
74	Av: 3 M	4	9	0.24	0.66	0.63	0.61	0.57	0.38
75	Av: 3 M	4	9	0.24	0.62	0.64	0.71	0.64	0.42
76	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	1	0.24	0.63	0.61	0.71	0.69	0.43
77	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	1	0.24	0.70	0.72	0.67	0.72	0.47
78	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	1	0.24	0.72	0.69	0.70	0.66	0.46
79	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	2	0.24	0.59	0.54	0.65	0.70	0.39
80	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	2	0.24	0.72	0.60	0.62	0.78	0.45
81	Rod. Antonio Pereira de Camargo	1	2	0.24	0.67	0.66	0.68	0.67	0.44

(fim)

Tabela C.2 - Resultados obtidos para leituras de filmes úmido e seco.

Placa (1)	**Mapa Nº** (2)	**Ponto Nº** (3)	**Tipo de Tinta** (4)	**Espessura de filme úmido (mm)** (5)	**Espessura média de filme seco (mm)** (6)
1	1	1	DNIT	0.55	0.47
2				0.55	0.43
3				0.55	0.45
4		2		0.50	0.46
5				0.60	0.44
6				0.55	0.44
7	2	3		0.50	0.44
8				0.55	0.46
9				0.55	0.43
10		4		0.50	0.44
11				0.50	0.44
12				0.50	0.46
13	3	6		0.60	0.47
14				0.50	0.44
15				0.55	0.43
16			DER 3.09	0.60	0.49
17				0.50	0.40
18				0.55	0.49
19	1	1		0.50	0.42
20				0.55	0.43
21				0.55	0.46
22		2		0.50	0.42
23				0.50	0.46
24				0.50	0.44
25	2	3		0.50	0.49
26				0.50	0.42
27				0.55	0.51
28	4	7		0.50	0.49
29				0.55	0.44
30				0.55	0.44
31		8		0.50	0.42
32				0.50	0.48
33				0.50	0.42
34		9		0.45	0.43
35				0.50	0.41
36				0.50	0.42
37		7	DNIT	0.50	0.44
38				0.55	0.44
39				0.50	0.45

(continua...)

Tabela C.2 - Resultados obtidos para leituras de filmes úmido e seco.

(continuação)

Placa (1)	**Mapa Nº** (2)	**Ponto Nº** (3)	**Tipo de Tinta** (4)	**Espessura de filme úmido (mm)** (5)	**Espessura média de filme seco (mm)** (6)
40	4	8	DNIT	0.50	0.40
41				0.50	0.44
42				0.50	0.50
43		9		0.55	0.44
44				0.50	0.44
45				0.50	0.43
46	3	6	DER 3.16	0.55	0.46
47				0.45	0.56
48				0.50	0.47
49		5		0.45	0.47
50				0.55	0.45
51				0.50	0.52
52			DER 3.09	0.55	0.47
53				0.45	0.50
54				0.45	0.49
55			DNIT	0.55	0.48
56				0.50	0.48
57				0.55	0.43
58	2	4	DER 3.09	0.45	0.47
59				0.50	0.43
60				0.45	0.46
61			DER 3.16	0.50	0.43
62				0.55	0.45
63				0.55	0.44
64		3		0.50	0.44
65				0.45	0.44
66				0.50	0.49
67	4	7		0.45	0.41
68				0.55	0.46
69				0.50	0.38
70		8		0.55	0.40
71				0.50	0.46
72				0.55	0.45
73		9		0.50	0.45
74				0.50	0.38
75				0.45	0.42
76	1	1		0.50	0.43
77				0.60	0.47
78				0.55	0.46

(continua...)

Tabela C.2 - Resultados obtidos para leituras de filmes úmido e seco

(continuação)

Placa (1)	**Mapa Nº** (2)	**Ponto Nº** (3)	**Tipo de Tinta** (4)	**Espessura de filme úmido (mm)** (5)	**Espessura média de filme seco (mm)** (6)
79	1	2	DER 3.16	0.60	0.39
80				0.60	0.45
81				0.55	0.44

(fim)

Apêndice D – Banco de dados de imagens do experimento de campo

Tabela D.1 - Banco de dados de imagens.

Ponto	Tipo de tinta	Faixa	Mapa	Datas						
				24/12/04	16/02/05	20/04/05	13/07/05	18/08/05	16/11/05	04/04/06
1	DER 3.16	**1**	**1**	1	55	109	163	217 [1]	271	325
1	DER 3.09	**1**	**1**	2	56	110	164	218	272	326
1	DNIT	**1**	**1**	3	57	111	165	219 [1]	273	327
1	DER 3.16	**2**	**1**	4	58	112	166	220 [1]	274	328
1	DER 3.09	**2**	**1**	5	59	113	167 [1]	221	275	329
1	DNIT	**2**	**1**	6	60	114	168	222 [1]	276	330
2	DER 3.16	**1**	**1**	7	61	115	169	223 [1]	277	331
2	DER 3.09	**1**	**1**	8	62	116	170	224	278	332
2	DNIT	**1**	**1**	9	63	117	171	225 [1]	279	333
2	DER 3.16	**2**	**1**	10	64	118	172	226 [1]	280	334
2	DER 3.09	**2**	**1**	11	65	119	173	227	281	335
2	DNIT	**2**	**1**	12	66	120	174	228 [1]	282	336
3	DER 3.16	**1**	**2**	13	67	121	175	229 [1]	283	337
3	DER 3.09	**1**	**2**	14	68	122	176	230	284	338
3	DNIT	**1**	**2**	15	69	123	177	231 [1]	285	339
3	DER 3.16	**2**	**2**	16	70	124	178	232 [1]	286	340
3	DER 3.09	**2**	**2**	17	71	125	179	233	287	341
3	DNIT	**2**	**2**	18	72	126	180	234 [1]	288	342
4	DER 3.16	**1**	**2**	19	73	127	181	235	289	343
4	DER 3.09	**1**	**2**	20	74	128	182	236	290	344
4	DNIT	**1**	**2**	21	75	129	183	237	291	345
4	DER 3.16	**2**	**2**	22	76	130	184	238	292	346
4	DER 3.09	**2**	**2**	23	77	131	185	239	293	347
4	DNIT	**2**	**2**	24	78	132	186	240	294	348
5	DER 3.16	**1**	**3**	25	79	133	187	241	295	349
5	DER 3.09	**1**	**3**	26	80	134	188	242	296	350
5	DNIT	**1**	**3**	27	81	135	189	243	297	351

Notas: 1 – Imagens perdidas durante o processo de revelação da película ou excluídas devido à erros durante o registro

2 – Imagens não registradas devido ao desgaste precoce da sinalização nos pontos em estudo.

(continua...)

Tabela D.1 - Banco de dados de imagens (continuação)

Ponto	Tipo de tinta	Faixa	Mapa	Datas						
				24/12/04	16/02/05	20/04/05	13/07/05	18/08/05	16/11/05	04/04/06
5	DER 3.16	**2**	**3**	28	82	136	190	244	298	352
5	DER 3.09	**2**	**3**	29	83	137	191	245	299	353
5	DNIT	**2**	**3**	30	84	138	192	246	300	354
6	DER 3.16	**1**	**3**	31	85	139	193	247	301	355
6	DER 3.09	**1**	**3**	32	86	140	194 [1]	248	302	356
6	DNIT	**1**	**3**	33	87	141	195	249	303	357
6	DER 3.16	**2**	**3**	34	88	142	196	250	304	358
6	DER 3.09	**2**	**3**	35	89	143	197	251	305	359
6	DNIT	**2**	**3**	36	90	144	198	252 [1]	306	360
7	DER 3.16	**1**	**4**	37	91	145	199	253	307	361
7	DER 3.09	**1**	**4**	38	92	146	200	254	308	362
7	DNIT	**1**	**4**	39	93	147	201	255	309	363
7	DER 3.16	**2**	**4**	40	94	148	202	256	310	364
7	DER 3.09	**2**	**4**	41	95	149	203	257	311	365
7	DNIT	**2**	**4**	42	96	150	204	258	312	366
8	DER 3.16	**1**	**4**	43	97	151	205 [2]	259 [2]	313 [2]	367 [2]
8	DER 3.09	**1**	**4**	44	98	152	206 [2]	260 [2]	314 [2]	368 [2]
8	DNIT	**1**	**4**	45	99	153	207 [2]	261 [2]	315 [2]	369 [2]
8	DER 3.16	**2**	**4**	46	100	154	208	262 [2]	316 [2]	370 [2]
8	DER 3.09	**2**	**4**	47	101	155	209	263 [2]	317 [2]	371 [2]
8	DNIT	**2**	**4**	48	102	156	210	264 [2]	318 [2]	372 [2]
9	DER 3.16	**1**	**4**	49	103	157	211	265	319	373
9	DER 3.09	**1**	**4**	50	104	158	212	266	320	374
9	DNIT	**1**	**4**	51	105	159	213	267	321	375
9	DER 3.16	**2**	**4**	52	106	160	214	268	322	376
9	DER 3.09	**2**	**4**	53	107	161	215	269	323	377
9	DNIT	**2**	**4**	54	108	162	216	270	324	378

Notas: 1 – Imagens perdidas durante o processo de revelação da película ou excluídas devido à erros durante o registro

2 – Imagens não registradas devido ao desgaste precoce da sinalização nos pontos em estudo.

(continua...)

Tabela D.2 - Classificação das imagens pelo autor quanto ao desgaste.

Ponto	Tipo de tinta	Faixa	Mapa	Datas													
				24/12/04		16/02/05		20/04/05		13/07/05		18/08/05		16/11/05		04/04/06	
				Foto	C[2]	Foto	C	Foto	C	Foto	C	Foto	C	Foto	C	Foto	C
1	DER 3.16	**1**	**1**	1	5	55	4	109	4	163	3	217 [1]	3	271	3	325	2
1	DER 3.09	**1**	**1**	2	5	56	4	110	4	164	4	218	4	272	4	326	2
1	DNIT	**1**	**1**	3	5	57	4	111	4	165	3	219 [1]	3	273	3	327	2
1	DER 3.16	**2**	**1**	4	5	58	4	112	2	166	2	220 [1]	2	274	2	328	0
1	DER 3.09	**2**	**1**	5	5	59	4	113	4	167 [1]	4	221	4	275	3	329	1
1	DNIT	**2**	**1**	6	5	60	4	114	2	168	2	222 [1]	2	276	2	330	0
2	DER 3.16	**1**	**1**	7	5	61	3	115	2	169	2	223 [1]	2	277	2	331	1
2	DER 3.09	**1**	**1**	8	5	62	4	116	3	170	3	224	3	278	3	332	2
2	DNIT	**1**	**1**	9	5	63	3	117	2	171	2	225 [1]	2	279	2	333	1
2	DER 3.16	**2**	**1**	10	5	64	4	118	3	172	2	226	1	280	1	334	1
2	DER 3.09	**2**	**1**	11	5	65	4	119	3	173	3	227	3	281	1	335	1
2	DNIT	**2**	**1**	12	5	66	4	120	3	174	2	228 [1]	1	282	1	336	1
3	DER 3.16	**1**	**2**	13	5	67	3	121	3	175	3	229 [1]	3	283	3	337	2
3	DER 3.09	**1**	**2**	14	5	68	4	122	4	176	4	230	4	284	4	338	3
3	DNIT	**1**	**2**	15	5	69	3	123	3	177	3	231 [1]	3	285	3	339	2
3	DER 3.16	**2**	**2**	16	5	70	4	124	3	178	3	232 [1]	3	286	3	340	2
3	DER 3.09	**2**	**2**	17	5	71	4	125	4	179	4	233	4	287	4	341	3
3	DNIT	**2**	**2**	18	5	72	4	126	3	180	3	234 [1]	3	288	3	342	2
4	DER 3.16	**1**	**2**	19	5	73	4	127	3	181	2	235	2	289	2	343	1
4	DER 3.09	**1**	**2**	20	5	74	5	128	4	182	4	236	3	290	3	344	3
4	DNIT	**1**	**2**	21	5	75	4	129	3	183	2	237	2	291	2	345	1
4	DER 3.16	**2**	**2**	22	5	76	5	130	4	184	4	238	4	292	3	346	2
4	DER 3.09	**2**	**2**	23	5	77	5	131	5	185	4	239	4	293	4	347	3
4	DNIT	**2**	**2**	24	5	78	5	132	4	186	4	240	4	294	3	348	2
5	DER 3.16	**1**	**3**	25	5	79	5	133	4	187	4	241	4	295	3	349	2
5	DER 3.09	**1**	**3**	26	5	80	5	134	4	188	4	242	4	296	4	350	3
5	DNIT	**1**	**3**	27	5	81	5	135	4	189	4	243	4	297	3	351	2

Notas: [1] Para efeito de classificação das imagens excluídas, foi mantida a mesma nota do período imediatamente posterior.

[2] A coluna C significa a classificação que o autor atribuiu à imagem.

(continua...)

Tabela D.2 - Classificação das imagens pelo autor quanto ao desgaste (continuação)

Ponto	Tipo de tinta	Faixa	Mapa	Datas													
				24/12/04		16/02/05		20/04/05		13/07/05		18/08/05		16/11/05		04/04/06	
				Foto	C[2]	Foto	C	Foto	C	Foto	C	Foto	C	Foto	C	Foto	C
5	DER 3.16	**2**	**3**	28	5	82	4	136	4	190	3	244	3	298	3	352	2
5	DER 3.09	**2**	**3**	29	5	83	4	137	4	191	4	245	4	299	3	353	2
5	DNIT	**2**	**3**	30	5	84	4	138	4	192	3	246	3	300	3	354	2
6	DER 3.16	**1**	**3**	31	5	85	3	139	2	193	2	247	2	301	2	355	0
6	DER 3.09	**1**	**3**	32	5	86	5	140	3	194[1]	3	248	3	302	3	356	3
6	DNIT	**1**	**3**	33	5	87	4	141	2	195	2	249	2	303	2	357	0
6	DER 3.16	**2**	**3**	34	5	88	3	142	2	196	2	250	2	304	2	358	0
6	DER 3.09	**2**	**3**	35	5	89	5	143	3	197	3	251	3	305	3	359	2
6	DNIT	**2**	**3**	36	5	90	4	144	2	198	2	252[1]	2	306	2	360	0
7	DER 3.16	**1**	**4**	37	4	91	2	145	2	199	2	253	1	307	1	361	1
7	DER 3.09	**1**	**4**	38	5	92	4	146	4	200	3	254	2	308	2	362	2
7	DNIT	**1**	**4**	39	5	93	3	147	3	201	3	255	2	309	2	363	2
7	DER 3.16	**2**	**4**	40	5	94	3	148	2	202	1	256	1	310	1	364	0
7	DER 3.09	**2**	**4**	41	5	95	4	149	4	203	4	257	3	311	3	365	3
7	DNIT	**2**	**4**	42	5	96	4	150	3	204	3	258	2	312	2	366	2
8	DER 3.16	**1**	**4**	43	2	97	1	151	0	205	0	259	0	313	0	367	0
8	DER 3.09	**1**	**4**	44	4	98	1	152	1	206	0	260	0	314	0	368	0
8	DNIT	**1**	**4**	45	1	99	1	153	0	207	0	261	0	315	0	369	0
8	DER 3.16	**2**	**4**	46	1	100	1	154	0	208	0	262	0	316	0	370	0
8	DER 3.09	**2**	**4**	47	3	101	1	155	0	209	0	263	0	317	0	371	0
8	DNIT	**2**	**4**	48	2	102	1	156	0	210	0	264	0	318	0	372	0
9	DER 3.16	**1**	**4**	49	4	103	3	157	2	211	1	265	1	319	1	373	0
9	DER 3.09	**1**	**4**	50	5	104	4	158	3	212	2	266	2	320	2	374	1
9	DNIT	**1**	**4**	51	5	105	3	159	2	213	1	267	1	321	1	375	0
9	DER 3.16	**2**	**4**	52	4	106	2	160	2	214	1	268	1	322	1	376	0
9	DER 3.09	**2**	**4**	53	5	107	4	161	3	215	2	269	2	323	2	377	1
9	DNIT	**2**	**4**	54	5	108	3	162	3	216	2	270	2	324	1	378	0

Notas: [1] Para efeito de classificação das imagens excluídas, foi mantida a mesma nota do período imediatamente posterior.
[2] A coluna C significa a classificação que o autor atribuiu à imagem. (fim)

D.1 – Imagens do experimento de campo

				
Foto 001	**Foto 002**	**Foto 003**	**Foto 004**	**Foto 005**
				
Foto 006	**Foto 007**	**Foto 008**	**Foto 009**	**Foto 010**
				
Foto 011	**Foto 012**	**Foto 013**	**Foto 014**	**Foto 015**
				
Foto 016	**Foto 017**	**Foto 018**	**Foto 019**	**Foto 020**
				
Foto 021	**Foto 022**	**Foto 023**	**Foto 024**	**Foto 025**
				
Foto 026	**Foto 027**	**Foto 028**	**Foto 029**	**Foto 030**
				
Foto 031	**Foto 032**	**Foto 033**	**Foto 034**	**Foto 035**
				
Foto 036	**Foto 037**	**Foto 038**	**Foto 039**	**Foto 040**

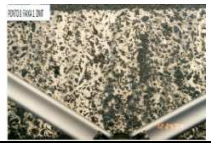
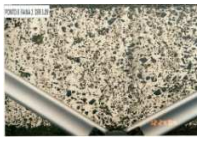
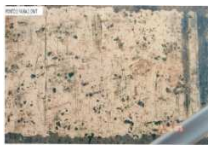
				
Foto 041	**Foto 042**	**Foto 043**	**Foto 044**	**Foto 045**
				
Foto 046	**Foto 047**	**Foto 048**	**Foto 049**	**Foto 050**
				
Foto 051	**Foto 052**	**Foto 053**	**Foto 054**	**Foto 055**
				
Foto 056	**Foto 057**	**Foto 058**	**Foto 059**	**Foto 060**
				
Foto 061	**Foto 062**	**Foto 063**	**Foto 064**	**Foto 065**
				
Foto 066	**Foto 067**	**Foto 068**	**Foto 069**	**Foto 070**
				
Foto 071	**Foto 072**	**Foto 073**	**Foto 074**	**Foto 075**
				
Foto 076	**Foto 077**	**Foto 078**	**Foto 079**	**Foto 080**

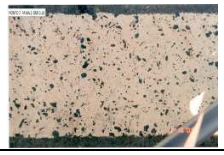
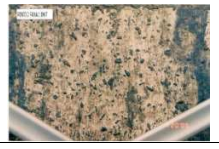
				
Foto 081	**Foto 082**	**Foto 083**	**Foto 084**	**Foto 085**
				
Foto 086	**Foto 087**	**Foto 088**	**Foto 089**	**Foto 090**
				
Foto 091	**Foto 092**	**Foto 093**	**Foto 094**	**Foto 095**
				
Foto 096	**Foto 097**	**Foto 098**	**Foto 099**	**Foto 100**
				
Foto 101	**Foto 102**	**Foto 103**	**Foto 104**	**Foto 105**
				
Foto 106	**Foto 107**	**Foto 108**	**Foto 109**	**Foto 110**
				
Foto 111	**Foto 112**	**Foto 113**	**Foto 114**	**Foto 115**
				
Foto 116	**Foto 117**	**Foto 118**	**Foto 119**	**Foto 120**

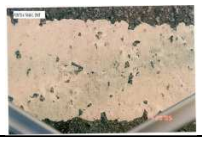
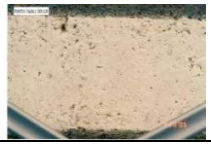
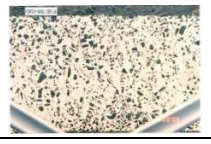
				
Foto 121	**Foto 122**	**Foto 123**	**Foto 124**	**Foto 125**
				
Foto 126	**Foto 127**	**Foto 128**	**Foto 129**	**Foto 130**
				
Foto 131	**Foto 132**	**Foto 133**	**Foto 134**	**Foto 135**
				
Foto 136	**Foto 137**	**Foto 138**	**Foto 139**	**Foto 140**
				
Foto 141	**Foto 142**	**Foto 143**	**Foto 144**	**Foto 145**
				
Foto 146	**Foto 147**	**Foto 148**	**Foto 149**	**Foto 150**
				
Foto 151	**Foto 152**	**Foto 153**	**Foto 154**	**Foto 155**
				
Foto 156	**Foto 157**	**Foto 158**	**Foto 159**	**Foto 160**

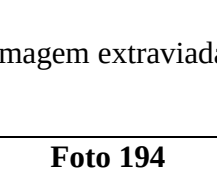
				
Foto 161	**Foto 162**	**Foto 163**	**Foto 164**	**Foto 165**
	Imagem excluída			
Foto 166	**Foto 167**	**Foto 168**	**Foto 169**	**Foto 170**
				
Foto 171	**Foto 172**	**Foto 173**	**Foto 174**	**Foto 175**
				
Foto 176	**Foto 177**	**Foto 178**	**Foto 179**	**Foto 180**
				
Foto 181	**Foto 182**	**Foto 183**	**Foto 184**	**Foto 185**
				
Foto 186	**Foto 187**	**Foto 188**	**Foto 189**	**Foto 190**
				
Foto 191	**Foto 192**	**Foto 193**	Imagem extraviada	**Foto 195**
			**Foto 194**	
Foto 196	**Foto 197**	**Foto 198**	**Foto 199**	**Foto 200**

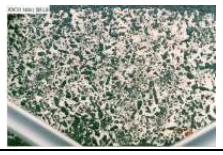
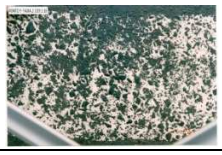
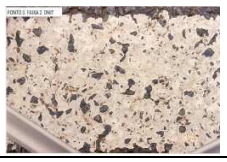
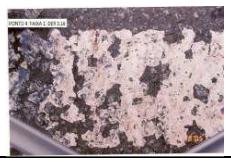
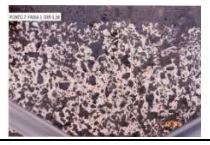
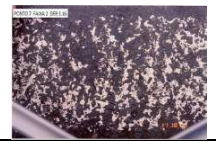
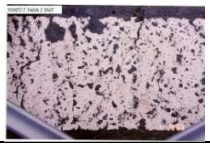
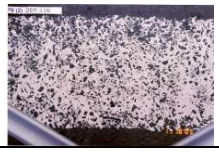
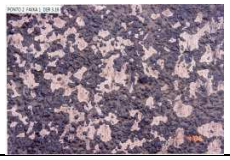
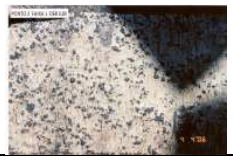
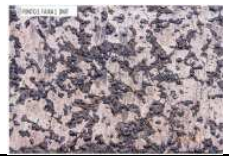
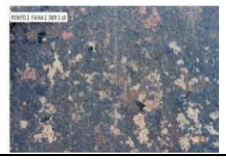
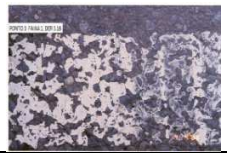
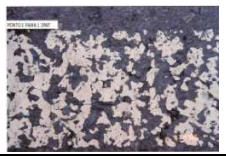
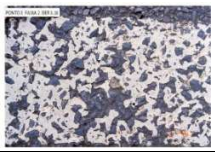
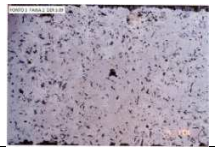
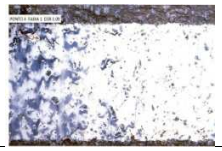
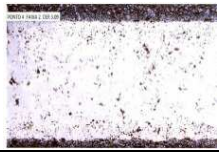
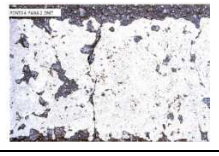
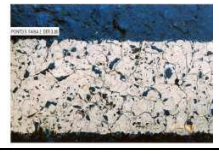
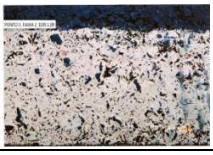
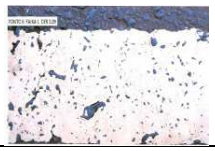
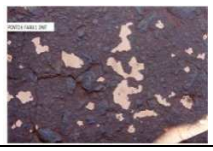
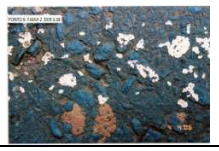
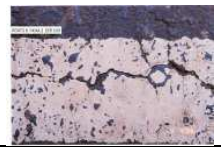
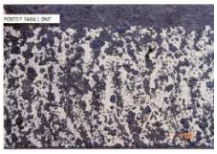
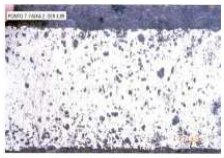
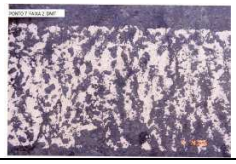
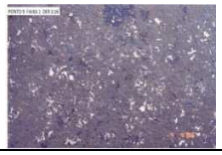
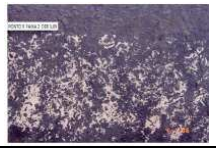
				Imagem não coletada
Foto 201	**Foto 202**	**Foto 203**	**Foto 204**	**Foto 205**
Imagem não coletada	Imagem não coletada			
Foto 206	**Foto 207**	**Foto 208**	**Foto 209**	**Foto 210**
				
Foto 211	**Foto 212**	**Foto 213**	**Foto 214**	**Foto 215**
	Imagem excluída		Imagem excluída	Imagem excluída
Foto 216	**Foto 217**	**Foto 218**	**Foto 219**	**Foto 220**
	Imagem excluída	Imagem excluída		Imagem excluída
Foto 221	**Foto 222**	**Foto 223**	**Foto 224**	**Foto 225**
Imagem excluída		Imagem excluída	Imagem excluída	
Foto 226	**Foto 227**	**Foto 228**	**Foto 229**	**Foto 230**
Imagem excluída			Imagem excluída	
Foto 231	**Foto 232**	**Foto 233**	**Foto 234**	**Foto 235**
				
Foto 236	**Foto 237**	**Foto 238**	**Foto 239**	**Foto 240**

				
Foto 241	**Foto 242**	**Foto 243**	**Foto 244**	**Foto 245**
				
Foto 246	**Foto 247**	**Foto 248**	**Foto 249**	**Foto 250**
	Imagem extraviada			
Foto 251	**Foto 252**	**Foto 253**	**Foto 254**	**Foto 255**
			Imagem não coletada	Imagem não coletada
Foto 256	**Foto 257**	**Foto 258**	**Foto 259**	**Foto 260**
Imagem não coletada	Imagem não coletada	Imagem não coletada	Imagem não coletada	
Foto 261	**Foto 262**	**Foto 263**	**Foto 264**	**Foto 265**
				
Foto 266	**Foto 267**	**Foto 268**	**Foto 269**	**Foto 270**
				
Foto 271	**Foto 272**	**Foto 273**	**Foto 274**	**Foto 275**
				
Foto 276	**Foto 277**	**Foto 278**	**Foto 279**	**Foto 280**

				
Foto 281	**Foto 282**	**Foto 283**	**Foto 284**	**Foto 285**
				
Foto 286	**Foto 287**	**Foto 288**	**Foto 289**	**Foto 290**
				
Foto 291	**Foto 292**	**Foto 293**	**Foto 294**	**Foto 295**
				
Foto 296	**Foto 297**	**Foto 298**	**Foto 299**	**Foto 300**
				
Foto 301	**Foto 302**	**Foto 303**	**Foto 304**	**Foto 305**
				
Foto 306	**Foto 307**	**Foto 308**	**Foto 309**	**Foto 310**
		Imagem não coletada	Imagem não coletada	Imagem não coletada
Foto 311	**Foto 312**	**Foto 313**	**Foto 314**	**Foto 315**
Imagem não coletada	Imagem não coletada	Imagem não coletada		
Foto 316	**Foto 317**	**Foto 318**	**Foto 319**	**Foto 320**

				
Foto 321	**Foto 322**	**Foto 323**	**Foto 324**	**Foto 325**
				
Foto 326	**Foto 327**	**Foto 328**	**Foto 329**	**Foto 330**
				
Foto 331	**Foto 332**	**Foto 333**	**Foto 334**	**Foto 335**
				
Foto 336	**Foto 337**	**Foto 338**	**Foto 339**	**Foto 340**
				
Foto 341	**Foto 342**	**Foto 343**	**Foto 344**	**Foto 345**
				
Foto 346	**Foto 347**	**Foto 348**	**Foto 349**	**Foto 350**
				
Foto 351	**Foto 352**	**Foto 353**	**Foto 354**	**Foto 355**
				
Foto 356	**Foto 357**	**Foto 358**	**Foto 359**	**Foto 360**

				
Foto 361	**Foto 362**	**Foto 363**	**Foto 364**	**Foto 365**
	Imagem não coletada	Imagem não coletada	Imagem não coletada	Imagem não coletada
Foto 366	**Foto 367**	**Foto 368**	**Foto 369**	**Foto 370**
Imagem não coletada	Imagem não coletada			
Foto 371	**Foto 372**	**Foto 373**	**Foto 374**	**Foto 375**
				
Foto 376	**Foto 377**	**Foto 378**		