

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**MÉTODOS DE AVALIAÇÃO VISUAL DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS –
UM ESTUDO COMPARATIVO.**

ENG^a. MARILEZ PÔRTO PRESTES

PORTO ALEGRE/ RS, 2001.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**MÉTODOS DE AVALIAÇÃO VISUAL DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS –
UM ESTUDO COMPARATIVO.**

Eng^a. Marilez Pôrto Prestes

Orientador: Professor Dr. Jorge Augusto P. Ceratti

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Leomar Fernandes Junior

Prof. Dr. Luis Afonso Santos Senna

Prof. Dr. Washington Peres Nunez

**Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia
como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – modalidade
Profissionalizante – Ênfase Transportes**

Porto Alegre, 2001

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de mestre em ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Dr. Jorge Augusto P. Ceratti

Orientador
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Helena Beatriz Bettella Cybis

Coordenadora
Mestrado Profissionalizante em Engenharia
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Leomar Fernandes Junior
USPSC

Prof. Dr. Luis Afonso Santos Senna
PPGEP/UFRGS

Prof. Dr. Washington Peres Nunez
DECIV/UFRGS

Dedico cada letra, cada
palavra, cada gesto, cada sorriso
que constituíram este trabalho ao
meu querido filho.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos que fizeram parte desta trajetória.

Aos meus pais, Marlene e Alary, pela oportunidade de transitar neste planeta e receber deles tanto carinho e atenção, sempre nos estimulando a busca de um crescimento pessoal.

Ao meu irmão Alexandre, minha irmã Marizete, meu cunhado Jorge Fernando, sobrinha Fernanda e minha afilhada Paula pelo apoio durante esta jornada.

Ao meu adorado filho, Rodrigo, parceiro de todos os momentos.

Aos acadêmicos de Engenharia Luciane, Alexandre, Cristiano, José Marcos e Franki, que participaram das pesquisas de campo, cujo convívio estará sempre presente na minha memória.

Agradeço carinhosamente ao meu orientador Prof. Dr. Jorge A. P. Ceratti e ao Prof. Dr. José Leomar Fernandes Junior que me orientaram nos caminhos da pesquisa.

Ao Prof. Pery de Castro pela orientação e amizade.

Aos colegas de trabalho pelo apoio e amizade.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
2 OBJETIVOS	03
2.1 Objetivos Gerais	03
2.2 Objetivos Específicos	03
3 MARCO TEÓRICO	05
3.1 Definições	05
3.2 Condição do Pavimento	06
3.3 Deterioração dos Pavimentos	06
3.3.1. Mecanismos do trincamento:	09
3.3.2 Mecanismos das deformações:	12
3.3.3 Mecanismos dos defeitos de superfície:	15
3.3.3.1 Exsudação:	15
3.3.3.2 Agregados Polidos	15
3.3.3.3 Desgaste	15
3.3.4 Mecanismos da desagregação	16
3.3.5 Adequação estrutural	17
3.4 Conservação de Pavimentos Flexíveis	18

3.5 Métodos de Avaliação dos Pavimentos	20
3.5.1 Levantamentos dos defeitos da superfície de rolamento	21
3.5.2 Características dos Levantamentos de Defeitos	22
3.5.3 Caracterização dos Defeitos	22
3.5.4 Tipos de defeitos levantados	23
3.5.5 Métodos de Levantamento de Defeitos	26
3.5.5.1 Manual de identificação de defeitos dos pavimentos – SHRP (Programa Estratégico de Pesquisa Rodoviária)	26
3.5.5.1.1 Trincas	30
1 Trincas por Fadiga	30
2 Trincas em Bloco	31
3 Trincas de Borda	31
4 Trincas Longitudinais:	32
5 Trincas por Reflexão:	33
6 Trincas Transversais	35
3.5.5.1.2 Remendos	35
3.5.5.1.3 Pannels	36
3.5.5.1.4 Deformação da Superfície:	37
1 Deformação Permanente	37
2 Deformação por Deslocamento da Superfície	37
3.5.5.1.5 Defeitos na Superfície:	38
1 Exsudação.	38
2 Agregado Polido:	39
3 Desagregação	40
3.5.5.1.6 Miscelânea de Defeitos:	41
1 Degrau (desnível)	41
2 Bombeamento	41

3.5.5.2 Vizir (AUTRET, 1991)	42
4 MATERIAL E MÉTODOS	58
4.1 Área do Estudo	58
4.2 Unidade Observacional	59
4.3 Características Físicas e Geométricas das Seções	61
4.4 Treinamento do Pessoal	61
4.5 Equipamentos	62
4.6 Levantamento dos Defeitos em Campo	62
4.7 Método SHRP	63
4.8 Método Vizir	66
4.9 Estudo Piloto	69
4.10 Cálculo do Tamanho da Amostra	69
4.11 Armazenamento dos Dados	71
4.12 Tempo de Aplicação dos Métodos	71
4.13 Análise da Confiabilidade	71
4.14 Comparação entre os dois Métodos	72
5 RESULTADOS	74
5.1 Características da Amostra	74
5.2 Tempo de Aplicação do Levantamento de Campo	74
5.3 Confiabilidade dos Métodos de Inspeção Visual	75
5.3.1 Concordância entre os avaliadores para as Áreas dos Defeitos	76
5.3.2 Concordância entre os avaliadores para Severidade dos Defeitos:	76
5.3.3 Concordância entre os avaliadores para as Notas Finais dos métodos Vizir e SHRP:	79
5.4 Comparação entre os dois Métodos	82

5.4.1 Comparação entre as áreas	83
5.4.2 Comparação entre as Notas de Severidade dos Defeitos	89
5.4.3 Comparação entre as Notas Finais dos Dois Métodos	91
CONCLUSÕES	94
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	99
REFERÊNCIAS	101
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Conceito de serventia-desempenho.	07
Figura 2: Tipos de curvas de afundamento nas trilhas de roda considerando os efeitos de umidade e conservação	14
Figura 3: Mapa Viário de Porto Alegre (área de estudo)	59
Figura 4: Código de Logradouro do Mapa Viário de Porto Alegre	60
Figura 5: Princípio da determinação do Índice Global de Degradação pelo método Vizir.	68
Figura 6: Gráfico de comparação entre as áreas médias de Defeitos pelos Métodos Vizir e SHRP.	86
Figura 7: Gráfico de Dispersão de Pontos entre Fissuras do Vizir e Trincas do SHRP.	87
Figura 8: Gráfico de Dispersão de Pontos entre Deformações do Vizir e do SHRP.	88

Figura 9: Gráfico de Dispersão de Pontos entre Reparações do Vizir e Remendos do SHRP.	88
Figura 10: Gráfico de Dispersão de Pontos entre as Áreas Totais de Defeitos do Vizir e do SHRP.	89
Figura 11: Gráfico dos tipos de trincas avaliadas conforme metodologia SHRP.	93

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: FATORES IMPLICADOS NO DESEMPENHO E NA DETERIORAÇÃO DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS:	08
TABELA 2: RESUMO DAS CAUSAS E TIPOS DE DEFORMAÇÃO PERMANENTE	13
TABELA 3: DENOMINAÇÕES DOS DEFEITOS NOS MÉTODOS SHRP E VIZIR.	25
TABELA 4: TIPOS DE DEFEITOS, UNIDADES DA AVALIAÇÃO E OS NÍVEIS DE SEVERIDADE NO MANUAL SHRP.	29
TABELA 5: TIPOS DE DEFEITOS E RESPECTIVOS NÍVEIS DE SEVERIDADE NO MÉTODO VIZIR.	48
TABELA 6: CORREÇÃO DO ÍNDICE IS EM FUNÇÃO DA SEVERIDADE E EXTENSÃO DAS REPARAÇÕES PELO MÉTODO VIZIR.	53

TABELA 7:	
FATORES DE PONDERAÇÃO EM FUNÇÃO DA SEVERIDADE DA DETERIORAÇÃO.	65
TABELA 8:	
DENOMINAÇÃO DA CATEGORIA DO PAVIMENTO, SEGUNDO O ICP, NO MÉTODO SHRP	66
TABELA 9:	
TEMPO DE APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO VISUAL	75
TABELA 10:	
CORRELAÇÃO ENTRE 2 AVALIADORES PARA ÁREA DE TRINCAS	77
TABELA 11:	
CORRELAÇÃO ENTRE 2 AVALIADORES PARA ÁREA DE DEFORMAÇÕES	78
TABELA 12:	
CORRELAÇÃO ENTRE 2 AVALIADORES PARA ÁREAS DE REMENDOS	79
TABELA 13:	
CONCORDÂNCIA ENTRE 2 AVALIADORES PARA SEVERIDADE DAS TRINCAS	80
TABELA 14:	
CONCORDÂNCIA ENTRE 2 AVALIADORES PARA SEVERIDADE DAS DEFORMAÇÕES	81

TABELA 15: CONCORDÂNCIA ENTRE 2 AVALIADORES PARA DE GRADAÇÃO DAS REPARAÇÕES	81
TABELA 16: CONCORDÂNCIA ENTRE 2 AVALIADORES PARA AS NOTAS FINAIS DO VIZIR E DO SHRP	83
TABELA 17: COMPARAÇÃO ENTRE AS ÁREAS DE DEFEITOS PELOS MÉTODOS VIZIR E SHRP	86
TABELA 18: CORRELAÇÃO ENTRE AS ÁREAS DE DEFEITOS PELOS MÉTODOS VIZIR E SHRP	87
TABELA 19: COMPARAÇÃO DAS NOTAS DE SEVERIDADE DAS TRINCAS NO VIZIR E NO SHRP:	90
TABELA 20: COMPARAÇÃO DAS NOTAS DE SEVERIDADE DAS DEFORMAÇÕES NO VIZIR E NO SHRP:	90
TABELA 21: COMPARAÇÃO DAS NOTAS DE SEVERIDADE DOS REMENDOS NO VIZIR E NO SHRP:	91
TABELA 22: COMPARAÇÃO ENTRE AS NOTAS FINAIS DOS MÉTODOS VIZIR E SHRP	92

RESUMO

Com objetivo de comparar duas metodologias de inspeção visual de pavimentos asfálticos para utilização em área urbana foram realizadas avaliações em 104 seções viárias, tanto utilizando-se o método Vizir quanto o método SHRP de avaliação de pavimentos. Os resultados foram comparados através de testes t, Qui-quadrado e correlação linear simples. Em ambos os métodos foram também levantados o tempo de aplicação do método e avaliação de confiabilidade através de correlação linear simples, proporção geral de concordância e testes Kappa. A proporção geral de concordância da nota final no método Vizir foi de 0,55, enquanto a proporção geral de concordância da nota final no método SHRP foi de 0,95. As áreas totais acometidas por defeitos não apresentaram diferença significativa entre os dois métodos. A correlação entre as áreas de defeitos foi de 0,41. Foi realizada também a comparação entre as notas finais do estado dos pavimentos pelos dois métodos, que demonstraram uma diferença significativa. Estes resultados demonstraram que o método SHRP foi mais confiável que o método Vizir, no presente trabalho. Também concluiu-se que as notas finais nos dois métodos de avaliação visual não são equivalentes entre si.

ABSTRACT

With objective to compare two visual inspection methodologies of asphalt pavement to be used for urban area were done visual assessment on 104 street sections, using the Vizir method as well as the SHRP method. The Vizir and SHRP results were compared using t test, Chi square test and Pearson correlation. In all methods reliability were checked through by Pearson correlation, general proportion of agreement and Kappa tests. Time spent for the application of boths methods were also checked. The general proportion of agreement of the final grade in the Vizir method was 0,55 while the general proportion of agreement of the final grade in the SHRP method was 0,95. The total area of flaws did not show significant difference between the two methods. The correlation between the flaw areas was 0,41. The comparison between the final grades of pavement conditions was made as well, through both methods, and they showed significant difference. This results show that the SHRP method was more reliable than the Vizir method, in the present work. It was also concluded that the final grades in both visual assessment methods are not equivalent.

INTRODUÇÃO

O município de Porto Alegre, com uma extensão territorial de 470 km² (SMOV,1999), apresenta uma malha viária estimada de 2.050 km, que por si mesma apresenta suas necessidades de manutenção periódica.

As atividades de manutenção nos pavimentos, como a conservação rotineira, conservação preventiva, restauração e reconstrução, devem ser consideradas como processos contínuos e fazem parte da vida normal do pavimento, de forma a manter e prolongar seu período de vida (DNER, 1998). Ou seja, são necessárias ações que impeçam a deterioração dos pavimentos, possibilitando sua conservação em condições adequadas de trafegabilidade. No entanto, os recursos para recuperar um determinado nível de estado nem sempre estão disponíveis de forma oportuna. Desta forma, as intervenções planejadas oferecem melhores perspectivas para manter a rede com um nível de qualidade aceitável.

O dever do município é manter e aprimorar o patrimônio público, daí a importância da conservação de vias urbanas, assim como as demais atividades relacionadas. A perfeita integração do setor de conservação de pavimentos com as áreas de planejamento, construção, abastecimento de água, esgoto, telefonia e outros departamentos que realizam intervenções na via pública são essenciais tanto para o estabelecimento de parâmetros técnicos de manutenção como para uma boa análise das alternativas adotadas para projetos e previsões de desempenho.

Um enfoque comum em todos estudos e trabalhos sobre o tema é a necessidade de se ter um instrumento que, através do Sistema de Gerência de Pavimentos, proporcione à administração da manutenção, condições para a tomada de decisões apropriadas. Conforme definido por HAAS et al. (1994), um Sistema Gerencial para Pavimentos consiste de um elenco de atividades coordenadas, relacionadas com o planejamento, projeto, construção, manutenção, avaliação e pesquisa de pavimentos, cujo objetivo principal é utilizar informações confiáveis e critérios de decisão para produzir um programa de construção, manutenção e reabilitação de pavimentos que proporcione a máxima eficiência possível com os recursos disponíveis.

Dentro de um Sistema Gerencial de Pavimentos, a quantificação das condições dos pavimentos bem como a previsão da evolução do estado do pavimento ao longo de sua vida útil é imprescindível para a priorização e seleção de projetos e de estratégias de manutenção e reabilitação, para a previsão orçamentária e para a alocação de recursos. Com o objetivo de realizar atividades planejadas e antecipar as manutenções preventivas existe a preocupação dos levantamentos dos defeitos de toda malha viária urbana.

Um Sistema Gerencial de Conservação de Pavimentos necessita dispor de informações confiáveis sobre o estado dos pavimentos e a celeridade com que evoluem as deteriorações. Para obtê-la, se requer de levantamentos periódicos e sistemáticos da mesma.

O presente trabalho se destinou a avaliar as metodologias de inspeção visual dos pavimentos com revestimento asfáltico, existentes na literatura quanto à sua aplicabilidade em nosso meio e habilidade em nos proporcionar informações confiáveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

- Comparação de duas metodologias de inspeção visual de pavimentos asfálticos para utilização em área urbana;
- Escolha da metodologia mais adequada para avaliação visual dos pavimentos asfálticos para o nosso meio.

2.2 Objetivos Específicos

- Revisão da bibliografia quanto às metodologias existentes de avaliação visual dos pavimentos asfálticos;
- Utilização do manual SHRP e o sistema de avaliação Vizir para avaliação do estado dos pavimentos de revestimentos asfálticos;
- Análise da confiabilidade dos métodos de avaliação visual utilizados;

- Comparar os métodos de avaliação visual utilizados e analisar o grau de correlação entre eles;
- Qualificação de pessoal através de treinamento de avaliação visual de pavimentos asfálticos.
- Incentivo ao uso de métodos padronizados de avaliação visual de pavimentos.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Definições

PAVIMENTO FLEXÍVEL: É constituído por um revestimento betuminoso sobre uma base granular ou de solo estabilizado granulometricamente (MEDINA,1997).

Segundo a NBR-720/82 da ABNT a definição de pavimento é a seguinte:

O pavimento é uma estrutura construída após terraplenagem e destinada, economicamente e simultaneamente, em seu conjunto, a:

- a) resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego;
- b) melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;
- c) resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

3.2 Condição do Pavimento:

A condição do pavimento é representada pelos seguintes fatores (FERNANDES,1996):

- Integridade estrutural – A avaliação estrutural, com equipamentos para medida de deflexão superficial (viga Benkelman e FWD, por exemplo), é útil apenas para análises detalhadas em nível de projeto, pois quando usada para tomada de decisão em nível de rede acarreta grande acréscimo nos custos.
- Coeficiente de atrito superficial pneu-pavimento - está relacionado à segurança e é pouco utilizado no Brasil. Existem equipamentos e controles que poderiam no futuro vir a incrementar a avaliação.
- Qualidade de rolamento da superfície do pavimento (aspecto funcional) - através de medida da irregularidade longitudinal (desde os simples medidores de tipo resposta até os sofisticados perfilômetros), é útil apenas nas vias de trânsito rápido (acima de 60 km/h).
- Extensão e severidade dos diferentes tipos de deterioração: a avaliação da condição atual dos trechos que compõem a malha viária pode ser efetuada apenas por levantamento de defeitos no campo.

3.3 Deterioração dos Pavimentos

Os pavimentos não são concebidos para durarem eternamente, mas apenas para um determinado período. Durante cada um destes períodos ou “ciclos de vida”, o pavimento inicia numa condição ótima até alcançar uma condição ruim (Figura 1). O entendimento dos

mecanismos que regem o processo de deterioração de um pavimento é condição essencial para a identificação das causas que o levam à sua condição atual, bem como para a escolha e programação da técnica mais adequada para sua reabilitação.



Figura 1 : Conceito de serventia-desempenho (FERNANDES, 1999).

Os pavimentos asfálticos tendem a sofrer deterioração por uma variedade de mecanismos, incluindo aqueles relacionados com o tráfego, relacionado com causas ambientais e relacionados aos materiais e métodos de construção (Tabela 1).

TABELA 1
FATORES IMPLICADOS NO DESEMPENHO E NA DETERIORAÇÃO DOS
PAVIMENTOS ASFÁLTICOS*

CAUSAS GENÉRICAS:	CAUSAS ESPECÍFICAS:	TIPOS DE DEFEITOS ENCONTRADOS:
Relacionadas com o tráfego:	Cargas repetidas (Fadiga)	Trincamento
	Carga Excessiva	Ruptura do Revestimento
	Escorregamento de capa	Trincas côncavas
	Fluência plástica	Deformação por deslocamento da capa
	Densificação (compactação)	Trilho de Roda
	Degradação do agregado	Desagregação
Relacionadas com o Clima	Mudanças de Umidade Retração	Trincas
	Expansão	Exsudação
Relacionadas com os Métodos de Construção	Mudanças térmicas	
	Compactação com temperatura inadequada	Trincas
Relacionadas com os Materiais	Pouca compactação	Deformação
	Falta de qualidade dos materiais	Desagregações
Outras	Perda de resistência ao escorregamento	Deformações e Trincas

*Fonte: Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos (DNER,1998)

Os defeitos encontrados nos pavimentos asfálticos podem ser correlacionados a possíveis causas. Dessa forma, os mecanismos pelos quais podem ser criados os diferentes tipos de defeitos são resumidos a seguir:

3.3.1. Mecanismos do trincamento:

Os revestimentos betuminosos tendem a trincar em algum estágio de suas vidas sob as ações combinadas do tráfego e das condições ambientais, por meio de um ou mais mecanismos. A trinca é um defeito na superfície que enfraquece o revestimento e permite a entrada da água, provocando um enfraquecimento adicional da estrutura. Uma vez iniciado, o trincamento tende a aumentar sua extensão e severidade conduzindo eventualmente à desintegração do revestimento. Por meio desses efeitos, a velocidade da deterioração de um pavimento aumenta após o aparecimento do trincamento, com impacto significativo na evolução das deformações nas trilhas de roda e da irregularidade longitudinal. Esse é o motivo pelo qual o trincamento tem sido, ao longo do tempo, um critério importante para a deflagração de intervenções de recuperação de pavimentos. Os principais tipos de trincamentos são:

Trincas Capilares - Fissuras: estes tipos de trincas podem ser o resultado de compactação deficiente da mistura asfáltica durante a construção e, assim sendo, a previsão desse tipo de trincas, em função de resistência do pavimento e ação do tráfego, não faz sentido (QUEIROZ, 1984). Estas trincas não estão associadas a problemas funcionais nem estruturais.

Podem ser causa de fissuras:

- Excesso de finos no revestimento.
- Má dosagem do ligante betuminoso
- Compactação excessiva e/ou com mistura muito quente.

Trincas por Fadiga: O trincamento dos materiais devido à fadiga resulta dos efeitos cumulativos do carregamento sucessivo. Este tipo de trincamento é caracterizado em sua fase final pelas trincas “couro de jacaré”, usualmente confinadas nas trilhas de roda.

Trincas por Envelhecimento: O ligante betuminoso perde seus elementos mais leves com a exposição ao ar, e vai ao longo do tempo tornando-se cada vez mais suscetível a ruptura. O trincamento ocorre quando o ligante betuminoso torna-se tão suscetível a ruptura que não pode mais suportar as deformações provenientes das mudanças de temperatura que ocorrem ao longo do dia. A velocidade do processo de endurecimento do asfalto depende da resistência à oxidação do ligante (que varia com sua composição química e a origem do petróleo), da temperatura ambiente e da espessura do filme de ligante. O processo de endurecimento do asfalto depende, portanto, do tipo e qualidade do ligante, das condições climáticas e do projeto da camada de revestimento. Teor mais elevado de asfalto e baixa quantidade de vazios tem efeitos benéficos sobre a vida de uma mistura betuminosa, pois dificultam o processo de oxidação e promovem maior durabilidade. A forma das trincas por envelhecimento, usualmente, é do tipo irregular com espaçamento maior que 0,5 m e, uma vez iniciado o trincamento, tende a propagar-se em toda a área coberta pelo revestimento.

As trincas por fadiga podem ter como causas problemas estruturais tais como: no subleito, sub-base, base ou revestimento, apresentando um agravamento no enfraquecimento estrutural durante os períodos de chuvas.

Trincas em Blocos: Ocorre o endurecimento (envelhecimento) e contração térmica do revestimento asfáltico. São também causadas por contração de bases tratadas com cimento ou com utilização de solos tropicais.

Trincas por Reflexão: as trincas por reflexão ocorrem quando o trincamento existente em uma camada inferior propaga-se em direção à superfície, atingindo o revestimento asfáltico. Assim sendo, elas podem apresentar-se sob a forma de qualquer tipo de trinca (longitudinal, irregular ou mesmo interligada no caso com base com solos tropicais).

A reflexão ocorre como consequência da concentração das tensões no entorno da região ocupada pela trinca existente, fazendo com que a vida de fadiga do revestimento seja extremamente reduzida. Como uma regra prática, estima-se que a velocidade de propagação de uma trinca oscila entre 20 mm e 50mm por ano.

Outros Tipos de Trincamento: O trincamento devido à variação da temperatura é resultante da combinação da retração térmica e da alta rigidez do ligante betuminoso, que ocorre quando a temperatura é reduzida significativamente.

O trincamento se apresenta na forma de trincas transversais ou longitudinais, com espaçamentos definidos pelas propriedades dos materiais constituintes da mistura betuminosa e pelo regime de temperaturas. As trincas transversais têm como causa contração térmica do revestimento e hidráulica das outras camadas. O trincamento longitudinal e transversal também se desenvolve devido ao fenômeno da retração em bases cimentadas. As trincas ocorrem com espaçamento médio de 3,0 m, porém podem apresentar variações de 1,5 m a 12,0 m, dependendo da resistência à tração e das variações térmicas diárias e sazonais prevalentes na região. As trincas longitudinais próximas da borda do pavimento usualmente são provocadas pela umidade no acostamento, recalque do terreno de fundação ou a ruptura de aterros também podem causar trincas longas, longitudinais ou parabólicas. O alargamento da pista pode também gerar uma trinca longitudinal.

A má execução de juntas longitudinais de separação entre duas faixas de tráfego e a contração do revestimento também podem ser causas deste tipo de trincas.

3.3.2 Mecanismos das deformações:

Entre as deformações permanentes em pavimentos incluem-se os afundamentos nas trilhas de roda, deformações plásticas no revestimento e depressões. Esses defeitos causam acréscimos na irregularidade longitudinal afetando a dinâmica das cargas, a qualidade de rolamento, o custo operacional dos veículos e, devido ao acúmulo de água, riscos à segurança dos usuários. As causas das deformações permanentes podem estar associadas ao tráfego ou não, como é resumido na Tabela 2:

Os carregamentos do tráfego causam deformação em três situações, a saber:

a) quando os esforços induzidos nos materiais constituintes dos pavimentos são suficientes para causar cisalhamento, promovendo deslizamentos no interior do material. Neste caso, poucas cargas concentradas ou pressões excessivas nos pneus podem causar tensões que excedem a resistência ao cisalhamento dos materiais e ainda causam fluência plástica, cujo resultado são afundamentos sob a carga de roda e, freqüentemente, solevamentos ao redor da área carregada.

b) carregamentos estáticos ou de longa duração podem causar afundamentos em materiais de comportamento viscoso, com as misturas betuminosas e alguns tipos de solo.

c) finalmente, um grande número de repetições de cargas de pressões reduzido pode causar pequenas deformações que se acumulam ao longo do tempo e se manifestam como afundamentos canalizados nas trilhas de roda.

TABELA 2:
RESUMO DAS CAUSAS E TIPOS DE DEFORMAÇÃO PERMANENTE

Causa Geral	Causa Específica	Exemplo de defeito
Associada com o carregamento	Carregamento concentrado ou em excesso	Fluência plástica (ruptura por cisalhamento)
	Carregamento de longa duração ou estático	Deformações ao longo do tempo (creep)
	Grande número de repetições de carga	Afundamento nas trilhas de roda
Não associada com o carregamento	Subleito constituído de solo expansivo	Inchamento ou empolamento
	Solos compressíveis na fundação do pavimento	Recalque diferencial

Fonte: Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos (DNER,1998)

A densificação e a fluência plástica são dois mecanismos associados às deformações que são causados pela ação do tráfego. Envolve uma diminuição de volume no material, implicando numa maior aproximação ou eventual degradação das partículas constituintes do material.

A densificação em pavimentos pode usualmente ser controlada pela compactação adequada no momento da construção do pavimento. Quanto mais compactado estiver um material, maior será sua resistência ao cisalhamento e menor será sua susceptibilidade ao ingresso da água.

A fluência plástica é outro mecanismo, que pressupõe a constância de volume e dá origem a movimentos cisalhantes geradores de depressões e sollevamentos. Isso ocorre quando os esforços induzidos pelo carregamento excedem a resistência ao cisalhamento dos materiais ou são suficientes para induzir ao recalque.

A fluência plástica nos pavimentos pode ser controlada na fase de projeto pela seleção de materiais, de acordo com sua resistência ao cisalhamento. Por exemplo, o CBR para solos e a estabilidade Marshall para misturas betuminosas.

As curvas típicas de deformação são apresentadas na figura 2. A curva A representa um pavimento adequado em termos de espessuras e tipos de materiais utilizados.

Observa-se que a deformação ocorre principalmente devido à densificação. O formato côncavo da curva e a assíntota apresentada sugerem numa pós-compactação até atingir-se o grau de densificação que deveria ter sido atingido durante o processo construtivo.

Quando um pavimento não é adequado em termos de espessuras ou qualidade dos materiais, a deformação tende a apresentar o comportamento, representada pela curva B, em que a fluência plástica domina. Isto poderia ser típica de um pavimento subdimensionado ou da utilização de asfaltos de baixa viscosidade em camadas asfáltica muito espessa.

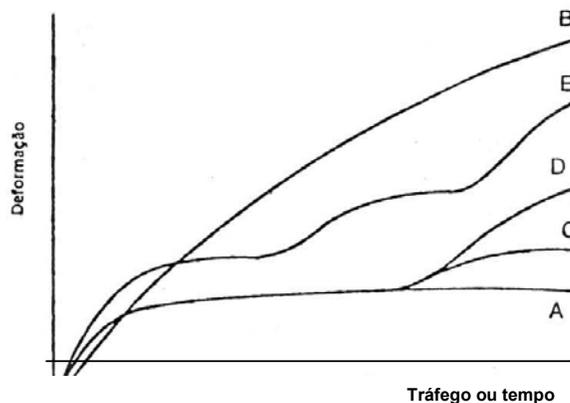


Figura 2: Tipos de curvas de afundamento nas trilhas de roda considerando os efeitos de umidade e conservação (DNER, 1998).

Quando aparecem as trincas e a água ingressa em um pavimento do tipo A, sem a conservação adequada, verifica-se que a velocidade com que a deformação cresce tende a apresentar um comportamento similar ao da curva C ou D. Pavimentos com problemas sazonais de temperatura e umidade podem apresentar curvas de deformação semelhantes ao tipo E (DNER,1998).

3.3.3 Mecanismos dos defeitos de superfície:

3.3.3.1 Exsudação:

As causas prováveis da exsudação são:

- excesso de ligante betuminoso;
- baixo índice de vazios da mistura asfáltica
- compactação pelo tráfego (dosagem inadequada da mistura asfáltica)

3.3.3.2 Agregados Polidos: São provenientes da ação abrasiva do tráfego, que elimina as asperezas e angularidades das partículas.

3.3.3.3 Desgaste:

As causas do desgaste são:

- Perda do envolvimento betuminoso e arrancamento progressivo do agregado;
- Perda de adesividade ligante-agregado por ação de produtos químicos, água ou abrasão;
- Abertura ao tráfego antes que o ligante tivesse aderido ao agregado;
- Compactação insuficiente;
- Teor de betume insuficiente;
- Segregação;
- Superaquecimento da mistura (envelhecimento);
- Endurecimento do ligante;
- Execução em condições meteorológicas desfavoráveis

3.3.4 Mecanismos da desagregação:

A desagregação pode ser definida como a perda do agregado superficial devido a fratura mecânica do filme do ligante ou pela perda de adesão entre o ligante e o agregado (o que na presença de água é também chamado de arrancamento).

A fratura mecânica do filme de ligante que envolve o agregado ocorre quando o ligante torna-se muito endurecido ou o filme muito esbelto, para fazer frente aos esforços gerados na área de contato pneu-pavimento.

A desagregação começa a acontecer quando a viscosidade do ligante cai significativamente devido à evaporação dos óleos mais leves do cimento asfáltico. Isto ocorre

devido ao aquecimento exagerado na usinagem ou a oxidação durante longa exposição às temperaturas ambientais.

Os pneus dos veículos que utilizam a rodovia geram as forças que podem causar a fratura do filme da ligante. Eles atraem ou retiram o agregado para fora da matriz pela combinação de esforços horizontais e de sucção na área de contato dos pneus. Características como a pressão de contato, o tamanho e o tipo do pneu afetam a velocidade da desintegração de modo mais significativo que o peso por eixo dos veículos.

A perda de adesão entre o filme de ligante e a partícula de agregado deve-se geralmente pela presença de água ou contaminação do agregado. A adesão entre o agregado e o ligante se efetua por meio de uma ligação molecular. Como a maioria dos agregados apresenta superfície com cargas levemente negativas, eles preferencialmente atraem a água e não o betume que é neutro.

A perda de adesão pode ocorrer também se o pó existente na superfície do agregado evitar que o filme de ligante desenvolva uma ligação plena com o agregado. O uso de pedras limpas é vital para um bom serviço, principalmente nos tratamentos superficiais.

A perda da adesividade é, portanto controlável por meio de especificações construtivas relativas ao tipo de pedra a ser utilizada, ao processo de limpeza e aos eventuais melhoradores de adesividade necessários.

3.3.5 Adequação estrutural:

Mesmo quando um pavimento não apresenta falha estrutural significativa, é usual a adoção de algum reforço com o objetivo de readequar um pavimento (mesmo em estado aceitável) para uma nova demanda de tráfego.

A capacidade estrutural do pavimento existente pode ser avaliada em termos das características de resistência das camadas do pavimento, ou ainda, por meio de ensaios não destrutivos, como os ensaios defletométricos.

Em função do tráfego futuro estimado e da capacidade estrutural do pavimento existente, é possível definir a natureza e as características das medidas destinadas a suportar novas demandas de tráfego.

3.4 Conservação de Pavimentos Flexíveis

A conservação é executada principalmente para corrigir desgastes, irregularidades, trincas ou afundamentos de trilha excessivos. O afundamento de trilha, devido à consolidação do material pelo tráfego canalizado ou devido a compactação inadequada durante a execução, está relacionado à irregularidade e a ele é atribuído limites devido ao risco que representa para os veículos principalmente em vias de tráfego rápido. As trincas em um pavimento representam riscos para o capital investido e em casos de trincas de alto nível de severidade pode ser necessária a reconstrução deste pavimento, ao invés da conservação de rotina (QUEIROZ,1984).

O potencial de evolução de defeitos do pavimento depende de:

- Estrutura do pavimento
- Efeito climático
- Tráfego

O bom desempenho estrutural não está ligado somente aos custos de construção (maiores espessuras), mas ao controle tecnológico. Existem tecnologias excelentes que têm menor custo de construção por darem ênfase ao controle construtivo (Austrália, África do Sul).

Os pavimentos deterioram-se mais lentamente nos anos iniciais, mas à medida que se aproximam do final de sua vida em serviço, a taxa de deterioração aumenta.

Para corrigir os defeitos, proteger os investimentos e proporcionar aos usuários uma superfície de rolamento confortável, segura e econômica, são realizadas as atividades de manutenção e reabilitação.

Manutenção:

Corretiva:

A manutenção corretiva (ou de rotina) é a melhor maneira de utilização dos recursos, para as vias em boas condições. Fazem parte destes serviços os remendos superficiais, reparos localizados, impermeabilizações de trincas e outras ações de baixo custo unitário.

Preventiva:

Atividades de manutenção corretiva, rejuvenescimento da capa asfáltica e recapeamentos delgados. Tem por objetivo conter a deterioração em seu estágio inicial.

Reabilitação:

Reforço: atividades de manutenção de rotina e preventiva, recapeamento estrutural e reciclagem. Devem ser objeto de estudos de priorização, uma vez que os recursos disponíveis são, geralmente, inferiores às necessidades;

Reconstrução: remoção e substituição de toda estrutura do pavimento, melhoria ou instalação de drenagem e melhoramentos de traçado, de segurança e de capacidade de tráfego. Também devem ser objeto de estudos de priorização.

3.5 Métodos de Avaliação dos Pavimentos

A avaliação da superfície dos pavimentos é uma atividade que, mediante procedimentos padronizados de medidas e observações, permite inferir condições funcionais e estruturais dos pavimentos. As metodologias para executar levantamentos deste tipo são baseadas nas medições e ou verificações da presença de defeitos, que aparecem na superfície dos pavimentos. As causas destes defeitos são provenientes de uma série de fatores como tráfego, clima, processos construtivos e características físicas dos materiais. Estes fatores podem atuar separados ou concomitantemente.

O objetivo da avaliação estrutural é avaliar a capacidade de resposta do pacote estrutural frente às solicitações impostas pelo trânsito e o clima. O objetivo da avaliação

funcional é avaliar em que grau o pavimento satisfaz os requisitos desde o ponto de vista do conforto e segurança de circulação dos usuários.

Inúmeros métodos de levantamento das condições da rede pavimentada foram desenvolvidos e são utilizados no Brasil. Neste trabalho nos preocupamos especificamente com a avaliação dos defeitos da superfície de rolamento, deixando para um segundo momento a avaliação estrutural e a avaliação funcional dos pavimentos.

3.5.1 Levantamentos dos defeitos da superfície de rolamento

Os objetivos de um levantamento de superfície de pavimento estão voltados para o conhecimento do tipo e estágio de desenvolvimento dos defeitos aparentes. Com base em autores como GORDON et al. (1985), AASHTO (1993), GRIVAS et al.(1991), BARROS (1991), CENEK et al.(1994) e HAAS et al.(1994) as avaliações tem as seguintes finalidades:

- a) determinação da condição atual de um trecho ou de uma rede de pavimentos;
- b) elaboração de curvas de previsões de deterioração a partir do momento que se disponha de um conjunto apropriado de dados de levantamentos de defeitos;
- c) identificação das necessidades atuais e futuras da rede, quanto à manutenção, com base na velocidade de deterioração determinada por curvas de previsão;

d) estabelecimento de prioridades na programação de investimentos sob restrição orçamentária;

e) determinação da eficácia das alternativas de intervenção de manutenção, permitindo a seleção adequada da solução a ser empregada;

f) verificação das prováveis causas de acidentes;

g) definição de trechos homogêneos para fins de projeto e seleção de alternativas;

h) detecção de mudanças de condições entre duas avaliações periódicas;

i) definição das causas dos defeitos, fatores ambientais, cargas, problemas construtivos, materiais, etc., com vistas à política de manutenção como sugerido em CARDOSO et al.(1993).

3.5.2 Características dos Levantamentos de Defeitos

Os levantamentos de defeitos são realizados com base em procedimentos e definições estabelecidos nos métodos utilizados.

3.5.3 Caracterização dos Defeitos

Os defeitos da superfície dos pavimentos precisam ser descritos e caracterizados de forma adequada para que o engenheiro possa tomar decisões sobre a estratégia de manutenção a adotar, de forma eficaz e econômica. A caracterização de um defeito é obtida através de três requisitos principais (SHAHIN e KOHN, (1979); EPPS e MONISMITH, (1986); AASHTO, (1993); AUTRET, (1991); GRIVAS et al., (1991):

- a) tipo: identificação do defeito, procurando classificá-lo pelo mecanismo causador;
- b) severidade: anotação da progressão do defeito a fim de determinar o grau de deterioração;
- c) extensão: avaliação da extensão relativa de área do pavimento atingida por cada defeito e respectiva severidade.

3.5.4 Tipos de defeitos levantados

Os pavimentos, segundo o Strategic Highway Reserch Program (SHRP) (1993) podem, por diversas razões, apresentar uma gama variada de patologias, que a partir de agora será denominado de defeitos. Já o fenômeno que rege a mudança da condição do pavimento é conhecido como deterioração. O decréscimo da condição, ou da serventia do pavimento ao longo do tempo é conhecido como desempenho.

O critério adotado para a seleção dos métodos a serem utilizados na avaliação foi pela forma de aplicação, inspeção visual, e também por já ter conhecimento de sua aplicação no caso do Vizir (AUTRET, 1991) no Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul e Pernambuco (JATOBÁ,1996). Sendo que a metodologia do SHRP já foi aplicada no município de Porto Alegre.

Existem diferentes definições para os defeitos e deteriorações encontrados nos pavimentos, dependendo da referência utilizada. Vide na Tabela 3 a descrição de cada tipo de defeito e como os mesmos são denominados nos métodos SHRP e Vizir, metodologias utilizadas no presente trabalho.

TABELA 3:

DENOMINAÇÕES DOS DEFEITOS NOS MÉTODOS SHRP E VIZIR.

Tipos de Defeitos	Denominações no Método SHRP	Denominações no Método Vizir
Trincamento de materiais resultante dos efeitos cumulativos do carregamento sucessivo.	Trincas por Fadiga	Fissuras
Trincamentos que dividem o pavimento em peças aproximadamente retangulares.	Trincas em Bloco	-
Trincas longitudinais próximas à borda do pavimento, usualmente provocadas pela umidade no acostamento. O recalque do terreno de fundação ou a ruptura de aterros podem causar trincas longas, longitudinais ou parabólicas.	Trincas de Bordas	-
Defeito que ocorre quando o trincamento existente em uma camada inferior propaga-se em direção à superfície, atingindo o revestimento asfáltico. São fissuras que podem ocorrer sob a forma de qualquer tipo de trinca. A reflexão ocorre como consequência da concentração das tensões em uma determinada área.	Trincas por Reflexão	Fissuras
Trincas predominantemente paralelas ao eixo do pavimento, localizadas internamente à pista de rolamento (nas emendas entre duas faixas “panos” asfaltadas)	Trincas Longitudinais	-
Trincamento com espaçamento definidos pelas propriedades dos materiais constituintes da mistura betuminosa e pelo regime de temperaturas. Também, desenvolve devido ao fenômeno de retração em bases, perpendicular à linha central do pavimento.	Trincas Transversais	-
Porção da superfície do pavimento maior do que 0,1 m ² , que tenha sido removida e reconstituída ou material que tenha sido aplicado depois da construção original.	Remendos	Reparações
Buraco em forma de panela ou bacia, formado na superfície do pavimento.	Panelas	Buracos
Depressão longitudinal da superfície do pavimento que ocorre no caminho por onde passam as rodas dos veículos, que acumulam a deformação ao longo do tempo.	Trilho de Rodas	Trilho de Roda
Quando os esforços induzidos nos materiais constituintes dos pavimentos são suficientes para causar cisalhamento, promovendo deslizamentos no interior do material.	Deformação por deslocamento da Superfície Corrugação	-
Excesso de ligante betuminoso que ocorre na superfície do pavimento, criando um espelho brilhante e pegajoso ao toque.	Exsudação	Exsudação
Os agregados da massa asfáltica tornam-se aparentes, podendo ocorrer perda do agregado superficial devido a fratura mecânica do filme do ligante ou pela perda de adesão entre o ligante e o agregado (na presença da água é chamado de arrancamento).	Desgaste	Desgaste Superficial
Desnível entre a pista e o acostamento devido a erosão ou consolidação do acostamento.	Degrau da via para o acostamento	-

	acost.	
Pressão exercida pelas cargas do tráfego sob a água dos vazios do revestimento	Bombeamento	-

3.5.5 Métodos de Levantamento de Defeitos

3.5.5.1 Manual de identificação de defeitos dos pavimentos do Programa Estratégico de Pesquisa Rodoviária (SHRP)

Em 1987, o programa pesquisa de estratégia de rodovias começou o maior e mais abrangente teste de comportamento do pavimento da história: O programa de desempenho dos pavimentos a longo prazo (LTPP). Durante os 20 anos do programa, as agências de rodovias nos Estados Unidos e 15 outros países coletarão dados sobre condição do pavimento, clima, volume de tráfego e cargas por mais de mil seções de pavimento.

Tais informações possibilitarão que engenheiros de pavimentos planejem rodovias melhores e mais duráveis.

O manual de identificação de defeitos para o plano de avaliação do comportamento dos pavimentos a longo prazo foi desenvolvido para oferecer ao programa uma base uniforme para coletar dados sobre defeitos.

Ainda que desenvolvido como ferramenta para o programa LTTP, o manual tem uma aplicação mais ampla e oferece uma linguagem comum para descrever as trincas, panelas e outros defeitos dos pavimentos, monitorados pelo programa LTTP.

Como um dicionário de defeitos, o manual melhorará a comunicação entre diferentes órgãos rodoviários, inclusive no seu âmbito interno. E conduzirá para uma avaliação mais uniforme do desempenho dos pavimentos.

Outros usuários:

Como um dicionário de defeitos de pavimentos, o manual melhorará as comunicações no meio rodoviário com definições de defeitos de pavimentos mais uniformes e consistentes. Os órgãos rodoviários, aeroportos e estacionamentos, com significativos investimentos em pavimentos, podem se beneficiar pela adoção de uma linguagem padronizada de defeitos.

Faculdades e Universidades usarão o manual em cursos de engenharia rodoviária. Ele serve também como uma ferramenta de treinamento valiosa para órgãos rodoviários. Agora, por exemplo, quando um defeito é rotulado por “trinca por fadiga de alta severidade” fica claro o que ele realmente significa.

Reparos podem ser planejados e executados com maior eficiência, fazendo com que órgãos rodoviários economizem pessoal, tempo e dinheiro.

O mecanismo de avaliação analisa defeitos superficiais e de entorno do pavimento. As distintas falhas são avaliadas numa escala de acordo com o tipo do pavimento. A tipificação, o grau de severidade e a extensão são os elementos essenciais na avaliação. Cada um deles é apreciado numa escala de acordo com o tipo de superfície de rolamento objeto da análise.

Todos estes tipos de defeitos descritos acima possuem níveis de severidade do tipo baixo, médio e alto.

TABELA 4:

TIPOS DE DEFEITOS, UNIDADES DA AVALIAÇÃO E OS NÍVEIS DE SEVERIDADE
NO MANUAL SHRP.

Tipos de Defeitos	Unidades	Níveis de Severidade definidos
A. Trincas		
1. Trincas por Fadiga	m ²	Sim
2. Trincas em Bloco	m ²	Sim
3. Trincas de Bordas	m	Sim
4 ^a Trincas longitudinais nos trilhos de roda	m	Sim
4b Trincas longitudinais em trilhos nos quais não passam rodas	m	Sim
5. Trincas de reflexão nas juntas		
Trincas transversais de reflexão	Nº, m	Sim
Trincas longitudinais de reflexão	m	Sim
6. Trincas transversais	Nº, m	Sim
B. Remendos e panelas		
7. Remendos/deterioração dos remendos	Nº, m ²	Sim
8. Panelas	Nº, m ²	Sim
C. Deformação da Superfície		
9. Trilho de roda	mm	Não
10. Deformação por deslocamento da superfície	Nº, m ²	Não
D. Defeitos na Superfície		
11. Exsudação	m ²	Sim
12. Agregado polido	m ²	Não
13. Desagregação	m ²	Sim
E. Miscelânea de defeitos		
14. Diferença de nível entre acostamento e via	mm	Não
15. Bombeamento	Nº, m	Não

3.5.5.1.1 Trincas

1. Trincas por Fadiga

Ocorre em áreas sujeitas a repetição de tráfego pesado. Forma “couro de jacaré” com espaçamento inferior a 30 cm.

Níveis de Severidade

- Baixa: nas áreas das trincas poucas trincas conectadas, sem erosão nos bordos e sem evidências de bombeamento.
- Média: trincas conectadas e bordos levemente erodidos, mas sem evidências de bombeamento.
- Alta: trincas erodidas nos bordos, movimentação dos blocos quando submetidos ao tráfego e com evidências de bombeamento.

Como medir: registrar a área afetada (m²) por cada nível de severidade.

2. Trincas em Bloco

Um modelo de fissuras que divide o pavimento em peças aproximadamente retangulares. Variam em tamanho de aproximadamente 0,1m² até 10m².

Níveis de Severidade

- Baixa: trinca com medida da abertura ≤ 6 mm ou com material selante em boas condições.
- Média: trinca com abertura média > 6 mm e ≤ 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa.
- Alta: trinca com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19mm, mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.

Como medir: registrar a área afetada (m²) por cada nível de severidade.

3. Trincas de Borda:

Aplica-se somente para pavimentos com acostamentos não pavimentados. Trincas contínuas que interceptam a borda do pavimento e estão localizadas dentro de 0,6 m da borda do pavimento adjacente do acostamento.

Inclui trincas longitudinais fora dos trilhos de roda e dentro de 0,6 m da borda do pavimento.

Níveis de Severidade

- Baixa: Trincas sem quebra ou perda de material.
- Média: Trincas com quebra ou perda de material com até 10% da extensão afetada.
- Alta: Trincas com quebra ou perda de material com mais de 10% da extensão afetada.

Como medir: registrar a extensão afetada(m) por cada nível de severidade.

4. Trincas Longitudinais:

Trincas predominantemente paralelas ao eixo do pavimento. Localizada dentro da pista (trilhas de roda ou fora das trilhas de roda)

Níveis de Severidade

- Baixa: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições.
- Média: trincas com abertura média entre 6 mm e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa.
- Alta: trinca com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm, mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.

Como medir: registrar a extensão (m) das trincas longitudinais e os níveis de severidade correspondentes (nas trilhas de roda ou fora das trilhas de roda). Registrar a extensão com selante em boas condições.

5. Trincas por Reflexão:

Reflexão de trincas ou juntas das camadas inferiores. Podem aparecer em recapeamentos ou em pavimentos novos (contração da base).

Níveis de Severidade

- Baixa: trincas com abertura média inferior a 6mm ou seladas com material selante em boas condições.
- Média: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa.
- Alta: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm, mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.

Como medir: registrar, em separado, as trincas transversais e longitudinais. Registrar o número de trincas transversais.

Fazer o registro da extensão das trincas e os níveis de severidade. Registrar a extensão com selante em boas condições.

6. Trincas Transversais: trincas predominantemente perpendiculares ao eixo do pavimento.

Níveis de Severidade: adotar a mais elevada, desde que represente pelo menos 10% da extensão.

- Baixa: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições.
- Média: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa.
- Alta: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm, mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.

Como medir: Registrar o número de trincas, a extensão e os níveis de severidade correspondentes. Registrar a extensão com selante em boas condições.

3.5.5.1.2 Remendos: parte da superfície do pavimento, maior que 0,1 m², removido e substituído ou material adicional aplicado ao pavimento após a construção inicial.

Níveis de Severidade:

Em função da severidade dos defeitos apresentados pelo remendo.

Como medir: registrar o número de remendos e a área afetada (m²) por cada nível de severidade.

3.5.5.1.3 Painelas: buracos de vários tamanhos na superfície do pavimento, com dimensão mínima de 15 cm.

Profundidade: valor máximo, medido a partir da superfície do pavimento.

Níveis de Severidade:

- Baixa: panela com profundidade menor que 25 mm.
- Média: panela com profundidade entre 25 e 50 mm.
- Alta: panela com profundidade maior que 50 mm.

Como medir: registrar o número de painéis e a área afetada por cada nível de severidade.

3.5.5.1.4 Deformação da Superfície:

1. Deformação Permanente: depressão longitudinal nas trilhas de roda.

Pode estar associada a deslocamentos transversais (cisalhamento).

Nível de Severidade: não é aplicado.

Substituídos pelas medições da deformação permanente a cada 15m.

Como medir: registrar a máxima deformação permanente (mm), nas duas trilhas de roda.

2. Deformação por Deslocamento da Superfície (m^2) – Corrugação.

Deslocamento longitudinal de uma área localizada da superfície do pavimento, causada por esforços tangenciais (frenagem ou aceleração) em rampas, curvas ou cruzamentos. Também pode ter um deslocamento vertical associado.

Nível de Severidade: não aplicado. São associados aos efeitos sobre a qualidade do rolamento.

Como medir: registrar o número de ocorrências e a área afetada (m²).

3.5.5.1.5 Defeitos na Superfície:

1. Exsudação: excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento. Superfície brilhosa que reflete que nem um vidro que pode ser pegajosa ao toque. Formada geralmente nas trilhas de roda.

Nível de Severidade:

- Baixa: mudança de coloração em relação ao restante do pavimento devido ao excesso de asfalto.
- Média: perda de textura superficial. Superfície do pavimento com textura espelhada por excesso de asfalto.
- Alta: excesso de asfalto dando ao pavimento uma superfície com aparência brilhante; marcas de pneus evidentes em tempo quente; agregados cobertos pelo asfalto.

Como medir: registrar a área afetada (m²) por cada nível de severidade.

2. Agregado Polido:

Polimento (desgaste) dos agregados e do ligante betuminoso e exposição dos agregados graúdos.

Comprometimento da segurança: redução do coeficiente de atrito pneu-pavimento.

Nível de Severidade: não é aplicado.

Níveis de polimento podem ser associados à redução no coeficiente de atrito pneu-pavimento.

Como medir: É medido em m^2 da área da superfície afetada.

3. Desagregação (m^2) – desgaste da superfície do pavimento num concreto asfáltico de mistura a quente de alta qualidade. Causado pela perda de adesividade do ligante betuminoso e desalojamento dos agregados.

Nível de Severidade:

- Baixa: início do desgaste, com perdas de agregados miúdos – não progredindo significativamente.
- Média: textura superficial torna-se áspera, com perda de agregados miúdos e de alguns graúdos.
- Alta: textura superficial muito áspera, com perda de agregados graúdos.

Como medir: registrar a área afetada (m^2) por cada nível de severidade.

3.5.5.1.6 Miscelânea de Defeitos:

1. Degrau (desnível) entre pista e acostamento: diferença de elevação entre a faixa de tráfego e o acostamento.

Pode ser causado por:

- Camadas sucessivas de revestimento asfáltico;
- Erosão de acostamento não pavimentado;
- Consolidação diferencial.

Nível de Severidade: não é aplicado. É medido o desnível em (mm) com intervalos de 15m.

Como medir: registrar o desnível (mm) a cada 15m, ao longo da interface pista-acostamento. Associar intervalos de variação a níveis de severidade.

2. Bombeamento

Saída de água pelas trincas do pavimento sob a ação das cargas do tráfego.

Identificado pela deposição, à superfície, de material carreado das camadas inferiores.

Nível de Severidade: não aplicáveis porque o bombeamento depende do teor de umidade das camadas inferiores do pavimento e das cargas aplicadas.

Como medir: registrar o número de ocorrência e a extensão afetada (m).

3.5.5.2 Vizir (AUTRET, 1991)

O Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) publicou em 1972 um primeiro catálogo de defeitos de pavimentos estabelecido pelo Centro Coordenador de Trapes (CCT), com a ajuda dos engenheiros dos “Pontos de Apoio ao Reforço” (PAR) dos Laboratórios Regionais (LR). Este catálogo, seguido em 1977 pelo Guia de Avaliação de Pavimentos Flexíveis, apresenta um capítulo tratando da classificação dos levantamentos e da quantificação dos defeitos da superfície dos pavimentos. O objetivo dos estudos conduzidos neste âmbito foi de detectar o dano bem antes que ele precise das reparações (manutenção preventiva) para poder planejar a manutenção.

O método inicia inventariando os defeitos, fazendo referência a sua extensão e a sua severidade. O levantamento dos defeitos dos pavimentos varia desde 1 para os melhores pavimentos até 7 para os péssimos. Neste tipo de levantamento, a severidade do defeito está

pouco implicada e é sobre toda a sua extensão que é anotada. A regra consiste em determinar a longitude de pavimento que apresenta um defeito de tipo dado e estimar a extensão desta mesma longitude considerando outras classes: menos de 10%, de 10 a 50%, mais de 50% da superfície. Para isto o pavimento se divide em três partes: lado direito, lado esquerdo e parte central.

O exame visual dos pavimentos, de acordo com o método Vizir, deve ser efetuado de maneira contínua, para fins de manutenção preventiva de pavimentos. A metodologia da avaliação se apóia sobre os parâmetros clássicos de exploração; estrutura, manutenção, capacidade portante, rugosidade, condições locais, etc. O defeito é um elemento essencial do diagnóstico e cujo custo do exame visual é relativamente baixo.

O Vizir classifica e quantifica os defeitos que se inscrevem no âmbito da gestão de manutenção de redes de rodovias. Proporciona uma imagem do estado da superfície do pavimento em um instante dado e a identificação de zonas de igual qualidade classificada em três níveis de defeitos.

Estas zonas de igual qualidade, os três níveis de defeitos são utilizados para determinar a natureza e os tipos de trabalhos requeridos.

Em alguns casos o tipo de defeito é suficiente para definir uma solução em outros casos ele é um elemento de um diagnóstico mais completo que faz intervir outros critérios.

Apresenta-se em três partes:

- Método de Classificação e quantificação dos defeitos;
- Maneira de associar os diferentes defeitos;
- Desenvolvimento do processo operacional.

Método de Classificação e quantificação dos defeitos:

A primeira parte do método Vizir está constituída da classificação e quantificação dos defeitos que se inscreve no âmbito de estudos gerais de gestão de manutenção de redes de rodovias de estudos particulares de manutenção de um trecho. Está destinado a prover uma imagem do estado da superfície de um pavimento em um instante dado e a identificação de zonas de igual qualidade classificadas em três níveis de defeitos.

Os defeitos classificados no método Vizir contemplam essencialmente pavimentos flexíveis de concreto betuminoso. Esses defeitos são classificados em duas categorias: defeitos do tipo A e defeitos do tipo B.

Defeito do Tipo A

Este defeito caracteriza um estado estrutural do pavimento; correspondendo ao conjunto das diferentes camadas do mesmo e do solo ou somente ligado à camada da superfície.

São defeitos provenientes de uma insuficiência da capacidade estrutural do pavimento, que intervém na busca de soluções associadas com outros critérios, em particular no suporte ou capacidade portante caracterizado pela deflexão estática.

Os defeitos do tipo A são quatro:

1. Deformação – Afundamento
2. Fissuração (fadiga)
3. Trincas por Fadiga
4. Reparações

Defeito do tipo B

Estes defeitos demandam reparações que geralmente não estão associadas à capacidade estrutural do pavimento. Originam-se seja de um defeito de construção, de um defeito na qualidade de um produto, ou de uma condição local particular que o tráfego pode evidentemente acentuar.

Nos defeitos do tipo B se distinguem:

1. Fissuração, exceto as fissuras de fadiga, quer dizer, as fissuras longitudinais de junta, fissuras transversais de retração térmica, as fissuras longitudinais ou transversais de retração argilosa (ressecação)

2. Panelas – Buracos

3. Desprendimentos (escamações) e de maneira geral todos os defeitos do revestimento de tipo exsudação, desgaste superficial, etc.

Levantamento e Classificação dos Defeitos

O levantamento dos defeitos é efetuado por um operador que percorre o trecho da rodovia e que anota:

- O tipo do defeito
- O grau de severidade deste defeito
- A extensão deste defeito, ou seja, o comprimento do trecho em questão ou a superfície (área) afetada no caso de falha.

O método Vizir proporciona uma tipologia dos defeitos e para cada um deles 3 níveis de severidade.

Os tipos de defeitos e os níveis de severidade associados estão indicados na Tabela 5.

TABELA 5:
TIPOS DE DEFEITOS E RESPECTIVOS NÍVEIS DE SEVERIDADE NO MÉTODO
VIZIR.

DEFEITOS DO TIPO A	SEVERIDADE		
	1	2	3
Trilho de Rodas	Sensível ao usuário, mas pouco importante f<2cm	Deformações graves,	Deformações afetando gravemente a segurança e o tempo de percurso
Fissuras	Fissuras finas nas faixas de rolamento ou no eixo	Fissuras notavelmente abertas e/ou seguidamente ramificadas	Fissuras muito ramificadas e/ou muito abertas; bordas comprometidas
Trinca s por Fadiga	Trinca por Fadiga sem perda de material da malha larga (>50cm)	Trinca por Fadiga mais fechado (<50cm), algumas vezes com perda de material, desprendimentos e buracos em formação	Trinca por Fadiga muito aberto, desmontado em pedaços (<20cm), algumas vezes com perda de material
Reparações	Recuperação de toda parte do pavimento	Recuperação de Superfícies Ligadas a Defeitos do Tipo A	
ou Tapa-buracos	Recuperação da superfície ligada a defeitos do tipo B	Duração Satisfatória do Remendo	Dano aparecendo sobre o mesmo remendo
DEFEITOS DO TIPO B	SEVERIDADE		
	1	2	3
Fissura longitudinal de juntas	Fina e única	*Larga (1cm ou mais) sem desprendimento ou fina e ramificada	*Larga com erosão das bordas ou larga e ramificada
Panelas	*Quantidade < 5 *Tamanho d=30cm máx	5 à 10 <5 d=30 d=100	>10 5 à 10 d=30 d=100
Para 100m de pavimento			
Desprendimentos: -Desgaste acentuado, -Desgaste Superficial, -Descascamento e	Pontual sem aparecimento da base	Contínuas ou Pontuais com o aparecimento da base	Contínuas com o aparecimento da base
Movimento de materiais: Ex: Exsudação	Pontual	Contínuas sobre uma faixa de rolamento	Contínuas sobre uma faixa de rolamento e “muito marcada”

Descrição dos defeitos do tipo A:

1 Deformação – Afundamento

As deformações próprias aos pavimentos flexíveis se traduzem na quase totalidade dos casos, pelo afundamento. Sua severidade é anotada pela profundidade “h” medida sobre uma régua rígida de 1,50m de comprimento colocada transversalmente a pista.

A deformação aparece no traçado das rodas, sobre as laterais do pavimento a uma distância de 50 a 80 cm do bordo. É devido ao recalque dos materiais sob um tráfego pesado e canalizado, associado ou não a uma queda de resistência das camadas inferiores. Pode existir também um afundamento por comportamento visco elástico apenas das capas betuminosas, pois estas são, sobretudo, encontradas em pavimentos semi-rígidos ou em pavimentos com camada de base betuminosa.

Os seguintes valores correntes na França são dados como ilustração a título indicativo:

Severidade baixa $h < 2\text{cm}$

Severidade Média $2\text{cm} < h < 4\text{cm}$

Severidade Forte $h > 4\text{cm}$

O afundamento da borda do pavimento é consequência de defeitos de suporte ou estabilidade como, por exemplo, má qualidade dos materiais ou teores de água muito elevados.

Os afundamentos aparecem freqüentemente nas curvas e nas zonas onde as tensões são muito elevadas:

- Afundamento localizado de severidade 1
- Afundamento plástico de severidade 2
- Afundamento de severidade 3

As deformações longitudinais são geralmente traduzidas pela medida da flecha (de alguns cm e comprimento de onda de 1 a 20m) e não devendo ser considerada duas vezes. De toda maneira uma deformação longitudinal do tipo afundamento plástico em um ponto singular poderá ser avaliada como se fosse deformação transversal.

2 Fissuração de Fadiga

Não levamos em conta nesta categoria as fissuras que são devidas a um defeito de construção como a junta axial entre duas faixas de espalhamento de pré-misturados ou as fissuras ligadas a um comportamento particular do material como, por exemplo, as fissuras transversais ou longitudinais de retração térmica, ou as fissuras de retração da argila.

Serão avaliadas, em compensação, as fissuras longitudinais de fadiga: seguidamente únicas e descontínuas na origem, elas evoluem em segunda para uma fissuração continua por

vezes ramificada antes de se multiplicarem nas passagens das rodas até tornarem-se muito fechadas.

Severidade 1

Fissuras longitudinais únicas ou bem separadas.

Severidade 2

Fissuras contínuas ramificadas ou claramente abertas

Severidade 3

Fissuras muito ramificadas anunciando um começo de couro de jacaré ou fissuras muito abertas.

3 Trincas por Fadiga - Couro de Jacaré

No caso, de pavimentos flexíveis, as Trincas por Fadiga traduz um fenômeno de fadiga intensa do pavimento e notadamente das camadas superiores em materiais betuminosos. É constituído pelo cruzamento de fissuras transversais e de fissuras longitudinais. Seu grau de severidade é avaliado pela dimensão das malhas e a existência de escamações no nível das bordas das fissuras. Trinca por Fadiga pode ser em princípio bastante fraco, sem perda de

materiais, o tamanho da malha diminui em seguida sob o efeito das condições climáticas e do tráfego.

Severidade 1

Trincas por Fadiga fino com malha larga sem perda de material.

Severidade 2

Trincas por Fadiga com malha reduzida sem perda de material. Fissuras por vezes claramente abertas.

Severidade 3

Trincas por Fadiga com malha fechada com ou sem perda de material.

4 Reparações

Em certos métodos de levantamento de defeitos, as reparações não são levadas em conta. O LCPC sempre considerou que eles fossem parte integrante do exame visual como as degradações. O guia de avaliação dos pavimentos flexíveis de 1977 indica: “uma reparação recente mascara um problema, reparações freqüentes o revelam.” As reparações são destinadas

a disfarçar os defeitos do pavimento, de maneira provisória ou definitiva: seu número, sua extensão e sua frequência no tempo são elementos do diagnóstico.

No método Vizir as reparações devem ser notados no momento do exame visual, segundo os critérios de extensão e severidade, pois alguns dentre eles são levados em conta para determinar o índice global de degradação do pavimento.

TABELA 6:
CORREÇÃO DO ÍNDICE IS EM FUNÇÃO DA SEVERIDADE E EXTENSÃO DAS
REPARAÇÕES PELO MÉTODO VIZIR.

SEVERIDADE	EXTENSÃO		
	0 á 10%	10 à 50%	>50%
1	0	0	0
2	0	0	+1
3	0	+1	+1

Fonte: AUTRET, 1991

Degradações do Tipo B

As degradações do tipo B mais correntes sobre pavimentos flexíveis são:

- Fissuras longitudinais da junta;

- Painéis
- Escamações e de maneira geral todos os defeitos de película, tais como escamação, penteadura e exsudação.

Existem outros ligados a condições climáticas extremas ou a materiais particulares, tais como:

- Retração térmica dos materiais betuminosos;
- Retração argilosa das camadas de pavimento.

Vizir é destinado aos pavimentos flexíveis, desta maneira ele descarta as fissuras de retração térmica dos materiais hidráulicos. Estes serão, em tal circunstância, classificados na categoria B.

Na parte precedente distingue-se dois tipos de degradações (A e B) e para cada uma delas fornecemos uma grade permitindo a classificação em três níveis de severidade. Cada degradação é assim quantificada por dois parâmetros:

- Sua extensão (comprimento do trecho comprometido);
- Sua severidade.

O Vizir quantifica degradações para estimar a qualidade dos pavimentos que são estudados; seja em um quadro de um estudo de gerenciamento de conservação rodoviária (rede), seja em um quadro de um projeto de desenvolvimento dos trabalhos (roteiro). É necessário em cada um dos casos, mesmo sendo a um nível diferente de precisão, determinar soluções de trabalhos de recuperação.

No caso das degradações do tipo B, a solução de conservação parte do conhecimento da degradação somente, e não é necessário se apelar a outros parâmetros para fazer o diagnóstico. Exemplo: a fissuração axial corresponde a selagem das fissuras, o denteamento de bordas corresponde a reconstrução dos bordos e dos acostamentos, etc.

É necessário então estabelecer uma nota global do estado visual assim como existem notas ou classes de avaliação para os outros parâmetros. As degradações do tipo A geram trabalhos importantes do tipo rejuvenescimento ou reforço das camadas de superfície. Esses trabalhos “ipso facto” disfarçam defeitos do tipo B: a selagem de uma fissura axial que tem por objetivo impedir a penetração de água não é mais necessária se colocamos uma nova camada de rolamento sobre o pavimento. De maneira geral, as degradações do tipo B só intervêm na solução na ausência de degradação do tipo A (onde a escolha da ordem A e B) e, ao contrário, o índice visual global que qualifica o pavimento só levará em conta as degradações do tipo A .

Índice de degradação

O índice visual global é calculado sobre uma extensão de rodovia, a partir de três grupos de degradação:

- Fissuração e Trincas por Fadiga;
- Deformação e trilha de roda;
- Reparações.

Calcula-se primeiro um índice de fissuração I_f que depende da severidade e da extensão da fissuração ou da trinca por fadiga sobre o comprimento de estrada considerado. Quando há ao mesmo tempo fissuração e couro de jacaré tomaremos o maior dos dois valores.

Calcula-se em seguida um índice de deformação I_d que da mesma maneira depende da severidade e da extensão da deformação e da trilha de roda.

A combinação de I_f e I_d dá um primeiro índice que qualifica o pavimento, que pode ser corrigido em função da severidade e da extensão de certas reparações. Como já dissemos antes, algumas reparações podem disfarçar uma deficiência do pavimento e são utilizados como fator agravante na estimativa da qualidade de superfície.

Após esta correção chega-se a um índice global de degradação (Is) que qualifica o pavimento sobre a extensão escolhida para o cálculo. A nota do Is varia de 1 a 7. As notas 1 e 2 correspondem a bons estados de superfície não necessitando (ou no limite de fazer) trabalhos. As notas 3 e 4 correspondem a estados de superfície médios, suficientemente ruins para acarretar operações de conservação sem outra consideração. As notas 5, 6 e 7 correspondem a um péssimo estado de superfície necessitando grandes trabalhos de conservação ou de reforço.

O comprimento de base sobre o qual se faz o cálculo Is pode depender de cada tipo de estudo do banco de dados ou de outros parâmetros que entram no diagnóstico, assim como do operador.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área do Estudo

Delimitou-se uma área do município de Porto Alegre para a coleta dos dados referentes ao estado dos pavimentos de revestimento asfáltico, tendo-se levado em consideração as condições de relevo, procurando-se representar as variações que se encontram na cidade e a facilidade de acesso para a coleta das informações. Os limites da área estão definidos entre as ruas Av. Senador Tarso Dutra, Rua Dr. Salvador França, Av. Protásio Alves, Av. Antônio de Carvalho e Av. Ipiranga (Figura 3).

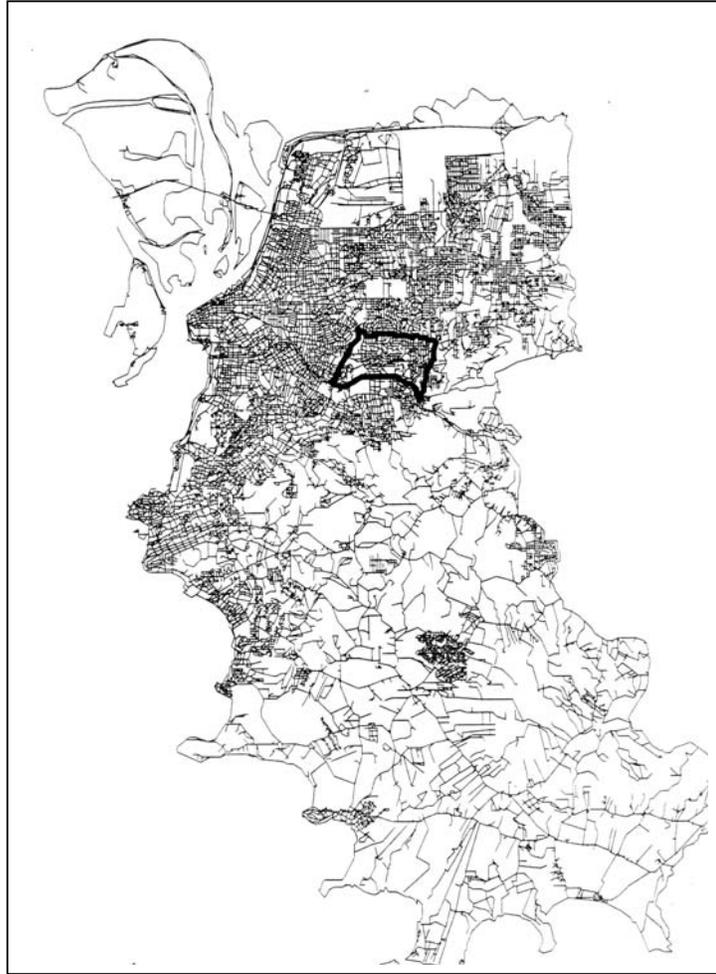


Figura 3: Mapa Viário de Porto Alegre (área de estudo)

4.2 UNIDADE OBSERVACIONAL

A unidade observacional do presente trabalho é a seção. Ficou estabelecido que a seção é o trecho entre dois pontos da via pública, marcado por uma mudança de características da via (mudança de revestimento ou cruzamento de vias) ou interrupção da mesma. Cada seção,

por sua vez, foi identificada por um número próprio e único em toda a cidade. A identificação de diversos logradouros teve como base o Cadastro de Logradouro Municipal (CDL) fornecido pela Companhia de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre (PROCEMPA) e já em uso pela municipalidade em suas diversas Secretarias.

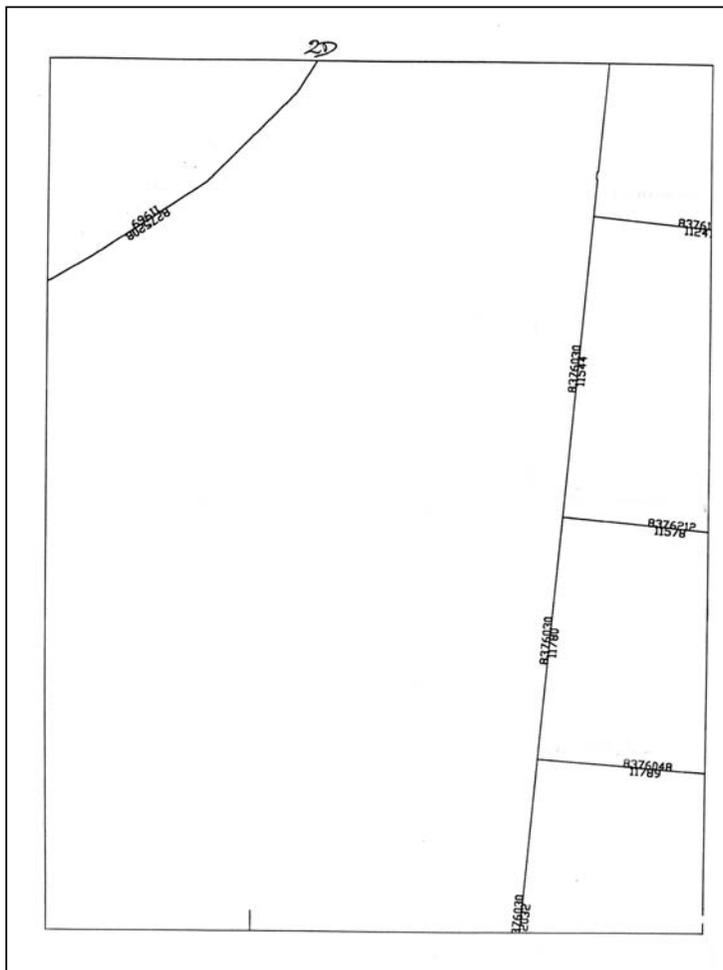


Figura 4: Código de Logradouro do Mapa Viário de Porto Alegre

4.3 Características Físicas e Geométricas das Seções

Para a coleta das informações referentes às características físicas e geométricas dos segmentos viários em estudo foi realizada pesquisa no Cadastro Viário da Divisão de Conservação de Vias Urbanas da Secretaria Municipal de Obras e Viação do município de Porto Alegre. Esse cadastro viário foi baseado no mapa viário digitalizado pela PROCEMPA.

Nome do Avaliador: _____		Nº da Ficha: _____
Nome do Logradouro: _____		Data: ____ / ____ / ____
Início do trecho: _____	Término do trecho: _____	
Número da Seção: _____		CDL: _____
Comprimento da Seção: _____	Largura da Seção: _____	

Tempo de Aplicação do Questionário: _____ (em segundos)

4.4 Treinamento do Pessoal

Para a coleta de dados foram selecionados 4 acadêmicos de Engenharia Civil que realizavam estágio no setor de Conservação de Vias Urbanas da Secretaria Municipal de Obras e Viação da Prefeitura de Porto Alegre. Estes acadêmicos foram treinados por engenheira civil com especialização em transportes, através de seminários teóricos sobre os métodos utilizados para o levantamento dos defeitos no campo (Manual SHRP e Sistema Vizir) e seminário

prático para identificação dos diferentes defeitos encontrados no campo. O seminário prático foi realizado em logradouro diferente daquele em pesquisa.

4.5 Equipamentos

Foi utilizado mapa da área, ficha padronizada, lápis, Manual de Identificação dos Defeitos, prancheta e cronômetro. Para a medição dos defeitos foram utilizados os divisores de pista e passeio (meio-fio) como unidades de medida, cada um com medida aproximada de 1 metro. O trajeto foi percorrido a pé em toda a extensão da seção.

4.6 Levantamento dos Defeitos em Campo

Os levantamentos dos defeitos de campo envolvem a inspeção visual e a identificação dos defeitos ocorrentes, com avaliações da extensão e severidade de cada defeito.

As inspeções visuais dos pavimentos asfálticos foram realizadas manualmente percorrendo o caminho a pé, com cobertura de uma amostra da malha viária da área delimitada para os nossos estudos. Os dados foram registrados em ficha padronizada (Anexo 1).

Os levantamentos foram feitos durante o dia, em período não chuvoso para não prejudicar a observação do estado dos pavimentos.

Os dados foram coletados na mesma época do ano, ora utilizando o manual SHRP, ora o Sistema Vizir. O presente trabalho teve o cuidado de realizar a avaliação no mesmo período do ano para evitar que as ações das intervenções no pavimento, do tráfego num intervalo grande de tempo e as mudanças climáticas interferissem nas comparações entre os métodos, devido à deterioração natural dos pavimentos.

O presente trabalho também teve o cuidado de evitar que as avaliações fossem realizadas no mesmo momento, pois a coleta de informações por um dos métodos poderia interferir na observação visual com o uso do outro.

4.7 Método SHRP

No método SHRP para cada seção em estudo foram levantadas as seguintes variáveis diretas: área acometida por trincas, com diferenciação dos tipos de trincas, área acometida por remendos, área acometida por panelas, área acometida por deformações de superfície (trilhas de roda e deformações por deslocamento de superfície), área acometida por defeitos de superfície (exsudação, agregado polido e desagregação) e área total de defeitos. Para cada tipo específico de defeitos encontrados foi dada uma nota, pelos avaliadores, correspondente à intensidade de degradação do mesmo, chamada de nível de severidade, que variou de:

- 0 = ausência de defeito;

- 1 = baixo nível de severidade;
- 2 = moderado nível de severidade;
- 3 = alto nível de severidade.

No método original era possível ser levantado também a profundidade do trilho de roda, mas não foi utilizada no presente trabalho devido a ausência do aparelho para a medição e a não ter equivalência no método Vizir para comparação.

Através das variáveis acima foi calculada a condição do pavimento pelo método SHRP. Neste método a nota final sobre a condição do pavimento é dada em determinado ponto de uma linha contínua de 0 a 100 e chamada de Índice de Condição do Pavimento (ICP), sendo que 100 representa um pavimento em excelentes condições (FERNANDES,1996). O ICP foi calculado a partir das informações sobre a extensão e severidade dos diferentes tipos de defeitos dos pavimentos, tendo-se utilizado a seguinte fórmula preconizada pelo método:

$$ICP = 100 - \sum D_i \times S_i$$

Onde:

- D_i é a área atingida pela deterioração i ;
- S_i é um fator de ponderação considerando a severidade da deterioração i . Foram utilizados os fatores de ponderação da Divisão de Conservação de Vias Urbanas da Secretaria Municipal de Obras e Viação (Tabela 7).

TABELA 7:
FATORES DE PONDERAÇÃO EM FUNÇÃO DA SEVERIDADE DA DETERIORAÇÃO.

TIPO DE PAVIMENTO	TIPO DE DEFEITO	SEVERIDADE		
		BAIXA	MÉDIA	ALTA
FLEXÍVEL	1.Trincas por Fadiga	0,30	0,60	0,90
	2.Trincas em Blocos	0,30	0,60	0,90
	3.Trincas Laterais	0,30	0,60	0,90
	4.Trincas Longitudinais	0,30	0,60	0,90
	5.Trincas por Reflexão	0,30	0,60	0,90
	6.Trincas Transversais	0,30	0,60	0,90
	7.Remendos	0,30	0,60	0,90
	8.Panelas	0,30	0,60	0,90
	9.Afundamento nas Trilhas de Roda	0,30	0,60	0,90
	10.Corrugação	0,30	0,60	0,90
	11.Exsudação	0,30	0,60	0,90
	12.Agregados Polidos	0,30	0,60	0,90
	13.Desagregação	0,30	0,60	0,90
	14.Desnível Pista/Acostamento	-	-	-
	15.Bombeamento	0,30	0,60	0,90

Fonte: Divisão de Conservação de Vias Urbanas da Secretaria Municipal de Obras e Viação

As notas do ICP foram posteriormente transformadas para uma variável qualitativa ordinal da seguinte maneira: As notas de 0 a 100 foram divididas em 5 intervalos iguais e utilizados para definição da categoria do pavimento, segundo recomendado por CHEN (1993), conforme a Tabela 8.

TABELA 8:
DENOMINAÇÃO DA CATEGORIA DO PAVIMENTO, SEGUNDO O ICP, NO MÉTODO
SHRP

Índice de condição do pavimento	Intervalo	Categoria do pavimento *
ICP de 100 a 80	intervalo 1	excelente (ótimo)
ICP de 80 a 60	intervalo 2	bom
ICP de 60 a 40	intervalo 3	regular
ICP de 40 a 20	intervalo 4	ruim
ICP de 20 a 0	intervalo 5	péssimo

* Segundo CHEN (1993).

4.8 Método Vizir

No Método Vizir foram levantadas as seguintes variáveis: porcentagem estimada da área acometida por fissuras, porcentagem estimada da área atingida por deformações e porcentagem estimada da área atingida por reparações. As porcentagens estimadas de defeitos foram posteriormente transformadas em área estimada atingida por cada defeito, para fins de comparação com o método SHRP. Foi também somada a área estimada para cada defeito, para também se ter uma idéia da área total de defeitos encontradas nas avaliações com o uso do método Vizir.

Para cada tipo específico de defeito encontrado foi dada uma nota, pelos avaliadores, correspondente à intensidade de degradação do mesmo, chamada de gravidade, que variou de:

- 0 = ausência de defeito;
- 1 = baixa gravidade;
- 2 = moderada gravidade;

- 3 = alta gravidade.

Para fins de facilidade de entendimento, a gravidade no método Vizir foi chamada de nível de severidade do defeito.

A seguir os avaliadores deram notas, com auxílio de uma tabela fornecida juntamente com o manual de campo (Anexo2), levando em consideração a severidade e a porcentagem de área atingida por cada defeito, conforme descrito abaixo:

- Índice de fissuração (If), baseado na severidade e na extensão das fissuras ou do couro de jacaré;
- Índice de deformação (Id), baseado na severidade e na extensão das deformações;
- Correção por reparação, baseado na severidade e extensão da reparação.

É interessante notar, no método Vizir, que para se estimarem os índices de fissuração e deformação e a correção por reparação, as extensões dos defeitos foram divididas em três classes: 0-10%, 10-50% e acima de 50%.

O If e o Id são utilizados para se chegar à nota de estado da superfície. Esta nota é então corrigida pela correção por reparação. Após a correção obtém-se o Índice Global de

Degradação (Is) - a nota final fornecida pelo método Vizir - que classifica o estado do pavimento e varia de 1 a 7. Segundo o Is, pavimentos classificados em 1 e 2 correspondem a bons estados da superfície, e as notas 5, 6 e 7 a péssimo estado da superfície.

Para as finalidades do presente trabalho e possibilidade de comparação com o método SHRP, as notas finais pelo método Vizir foram agrupadas em 5 grupos. As notas 5, 6 e 7, devido a serem um grupo semelhante e representarem um péssimo estado do pavimento, foram agrupadas como nota 5. Optou-se também por agruparem-se essas notas devido a ser esperado que um número pequeno de seções apresentasse um péssimo estado de pavimento.

Na Figura 5 abaixo, o princípio da determinação do Índice Global de Degradação pelo método Vizir:

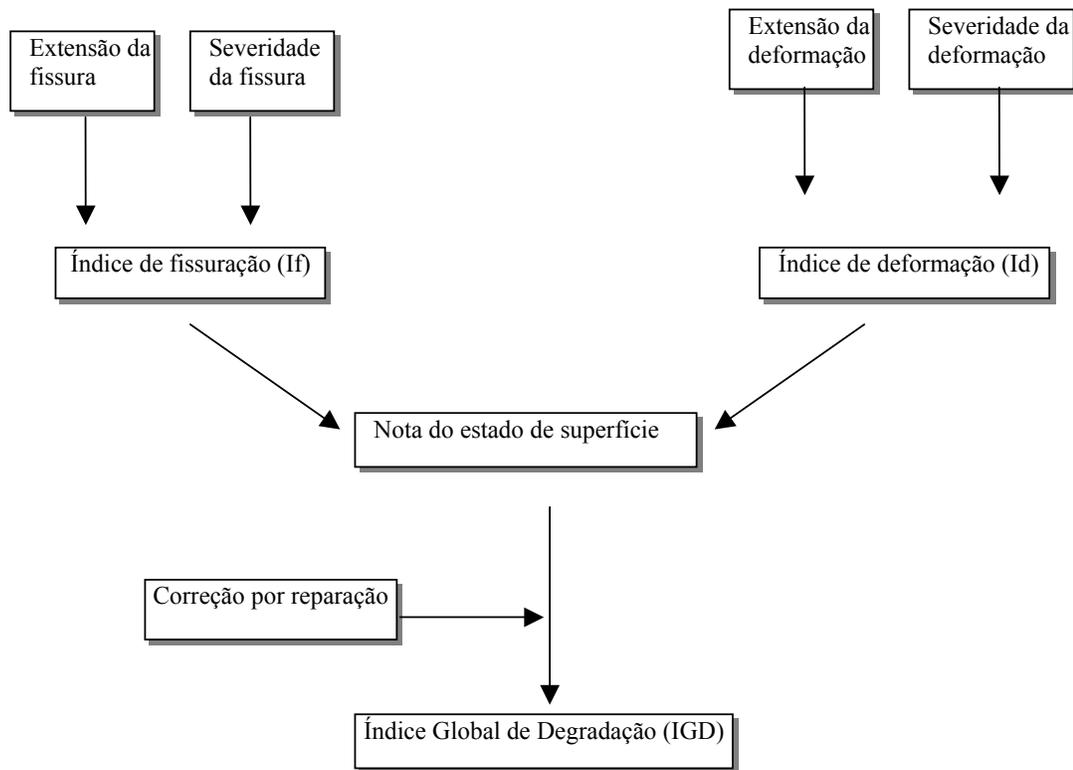


Figura 5: Princípio da determinação do Índice Global de Degradação pelo método Vizir (AUTRET, 1991).

4.9 Estudo Piloto

Foi realizado o estudo piloto para avaliação da aplicabilidade dos métodos e para uma estimativa do tamanho de amostra necessário para comparação dos métodos para o presente

trabalho. Foram escolhidas 20 seções aleatórias, na área de estudo definida anteriormente. Foram utilizados 2 acadêmicos de Engenharia Civil para os levantamentos de campo. Cada um deles realizou a avaliação visual das vinte seções, utilizando em momentos diferentes os métodos SHRP e Vizir. Através dos dados do estudo piloto chegou-se às porcentagens de área total de defeitos para cada método de avaliação visual. As porcentagens de defeitos encontradas foram de 22% de defeitos pelo método Vizir e 38% de defeitos pelo método SHRP, em relação às áreas totais das seções.

4.10 Cálculo do Tamanho da Amostra

Foi realizado o cálculo do tamanho da amostra, para fins de comparação dos dois métodos, com os dados do estudo piloto. O cálculo foi realizado desta maneira devido a, embora os métodos de avaliação visual de pavimentos já terem sido utilizados em outras cidades do mundo, os dados destas cidades não podiam ser extrapolados para Porto Alegre, devido a suas particularidades de clima e característica de pavimento. Além disso, não existiam até o momento dados sobre as porcentagens de defeitos em Porto Alegre.

Foi realizado o cálculo do tamanho de amostra segundo o método de determinação de tamanho de amostra para comparação de duas proporções (PEREIRA, 1995). Foram fixados os seguintes parâmetros para este cálculo: ALFA de 0,05, BETA de 0,10, e conseqüentemente uma potência de amostra de 0,90, ou 90%. O ALFA e o BETA são

suficientemente baixos para estabelecer uma baixa probabilidade de erros do tipo I e do tipo II no presente trabalho. As proporções de defeitos encontradas foram de 0,22 de defeitos pelo método Vizir e 0,38 de defeitos pelo método SHRP (vide descrição abaixo). Utilizando-se o cálculo para determinação do tamanho da amostra necessário para o presente estudo chegou-se ao número de 102 seções. A fórmula do cálculo para se chegar a este número foi:

$$n = \frac{\left[z_{\beta} \sqrt{(p_a q_a + p_b q_b)} + z_{\alpha/2} \sqrt{2 p_o q_o} \right]^2}{(p_a - p_b)^2}$$

Onde:

z_{β} = z com um erro BETA de 0,10 = 1,28

$z_{\alpha/2}$ = z com um erro ALFA de 0,05 / 2 = 1,96

p_a = proporção de defeitos pelo método VIZIR

q_a = proporção de ausência de defeitos pelo método VIZIR

p_b = proporção de defeitos pelo método SHRP

q_b = proporção de ausência de defeitos pelo método SHRP

p_o = $(p_a + p_b) / 2$

q_o = $(q_a + q_b) / 2$

4.11 Armazenamento dos Dados

Os dados dos levantamentos efetuados segundo o método SHRP e do método Vizir foram armazenados em planilha eletrônica (Excel). (Anexo 3).

4.12 Tempo de Aplicação dos Métodos

No estudo piloto foi utilizado cronômetro para medir o tempo de aplicação de cada método de avaliação visual. Os dados foram comparados através de teste t de Student para dados emparelhados e análise do intervalo de confiança.

4.13 Análise da Confiabilidade

A ocorrência de diferenças de avaliação e a discrepância de resultados entre avaliadores são um fato constatado em todas as aplicações de métodos existentes. A testagem da confiabilidade de qualquer instrumento de investigação baseia-se em comparações entre diferentes aplicações ou diferentes julgamentos desse instrumento. No presente trabalho foi utilizado o conceito de reprodutibilidade, que diz respeito à capacidade de diferentes avaliadores obterem o mesmo resultado.

A coleta dos dados para confiabilidade dos métodos foi avaliada da seguinte maneira. Cada um de 2 avaliadores, acadêmicos de Engenharia Civil, realizou o levantamento de campo das mesmas seções, em um momento utilizando a metodologia SHRP e em outro

momento utilizando a metodologia Vizir. Os levantamentos de campo foram realizados de maneira totalmente independente e individualmente sendo que os estagiários não sabiam as notas dadas pelo outro colega, para evitarmos a influência de um avaliador sobre o outro. Dessa maneira foi evitada qualquer forma de contaminação das informações.

Foi feita a coleta de 20 seções, sendo posteriormente verificado o grau de concordância das respostas obtidas.

A análise da confiabilidade foi realizada através da correlação linear simples de Person para as variáveis contínuas e com o teste de concordância de Kappa para as variáveis ordinais, segundo recomendado por FLEISS (1981).

4.14 Comparação entre os dois Métodos

Com base no cálculo do tamanho de amostra necessário, utilizando-se das porcentagens de defeitos encontrados no estudo piloto, chegou-se ao número mínimo necessário de 102 seções. Foram sorteadas cento e vinte (120) seções através de sorteio aleatório, realizado através da tabela de números aleatórios do programa computacional Excel.

Destas 120 foram descartadas 16 seções devido ao tipo de revestimento não ser asfáltico, mas sim de pedra irregular e apenas em parte coberta com asfalto.

Foram utilizados 4 estagiários de Engenharia Civil para os levantamentos de campo.

As comparações entre os dois métodos foram realizadas através de testes t de Student, testes Qui-Quadrado e correlação de Pearson (SIEGEL, 1975).

5 RESULTADOS

5.1 Características da Amostra

O presente trabalho foi realizado, conseqüentemente, com 104 seções, número considerado adequado para os propósitos do mesmo. Estas 104 seções eram compostas na sua totalidade de revestimento de concreto asfáltico usinado a quente. O comprimento médio das seções foi de 68,6 m e a largura média foi de 7,6 m. A área média foi de 561,11 m² com desvio padrão de 554,62 m².

5.2 Tempo de Aplicação do Levantamento de Campo

Foi realizada comparação do tempo de aplicação dos dois métodos de avaliação visual em 20 seções do estudo. No método Vizir foi encontrado um tempo médio de aplicação de 2 minutos e 17 segundos, com desvio padrão de 1 minuto e 22 segundos. No método SHRP o tempo médio foi de 3 minutos e 58 segundos, com desvio padrão de 2 minutos e 46 segundos. Foi realizado teste t de Student para comparação de dados pareados, além de estabelecimento do intervalo de confiança entre as diferenças encontradas. A diferença de tempo encontrada

foi de 101 segundos, com intervalo de confiança a 95 % de 29 a 173 segundos. Esta diferença de tempo foi também estatisticamente significativa para um p menor de 0,02 (Tabela 9).

TABELA 9:
TEMPO DE APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO VISUAL

Métodos	Vizir	SHRP	Diferença média entre os métodos	IC 95% diferença entre os métodos
Tempo Médio	2 min. 17 seg.	3 min. 58 seg.	101 segundos	29 a 173 seg.
DP	+/- 1 min. 22 seg.	+/- 2 min. 46 seg.		

5.3 Confiabilidade dos Métodos de Inspeção Visual

Os testes de confiabilidade foram utilizados para analisar a concordância entre os avaliadores quanto às áreas encontradas de defeitos, para cada método, para as notas dadas para a severidade de cada tipo de defeito em particular e para a nota final de cada método sobre a condição do pavimento. Foram utilizadas as 20 seções do estudo piloto para os testes de confiabilidade. Cada um de 2 avaliadores coletou os dados independentemente.

Para fins de apresentação dos resultados, as concordâncias entre os avaliadores foram divididas quanto às áreas de defeitos, quanto à severidade dos mesmos e quanto as notas finais dos dois métodos.

5.3.1 Concordância entre os avaliadores para as áreas dos defeitos

As áreas de fissuras, pelo método Vizir, apresentaram área média de 50,62 metros quadrados com desvio-padrão de 87,89 metros quadrados para o primeiro avaliador e área média de 132,15 metros quadrados com desvio-padrão de 288,18 metros quadrados para o segundo avaliador. Através do cálculo da correlação linear simples chegou-se a $r = 0,17$, que demonstra uma correlação de intensidade pequena. Foi realizado teste t para analisar a significância desta correlação, não tendo sido considerada estatisticamente significativa, ou seja, não pôde ser considerada estatisticamente diferente de zero. O valor de p ficou situado em $0,50 < p < 0,40$.

As áreas de trincas, pelo método SHRP, apresentaram área média de 6,20 metros quadrados com desvio-padrão de 7,5 metros quadrados para o primeiro avaliador e área média de 4,61 metros quadrados com desvio-padrão de 5,35 metros quadrados para o segundo avaliador. Através do cálculo da correlação linear simples chegou-se a $r = 0,46$, que demonstra uma correlação de intensidade moderada. Foi realizado teste t para analisar a significância

desta correlação, encontrando-se uma significância estatística para um $p < 0,05$, ou seja, a probabilidade desta correlação ter sido devido ao acaso foi menor de 5% (Tabela 10).

TABELA 10:

CORRELAÇÃO ENTRE 2 AVALIADORES PARA ÁREA DE TRINCAS

Métodos	R*	intensidade da correlação**	significância
Método Vizir	0,17	Pequena	NS; $0,50 < p < 0,40$
Método SHRP	0,46	Moderada	$p < 0,05$

* correlação linear simples (de PEARSON)

** baseado em WILL G. HOPKINS (2001)

As áreas de deformações, pelo método Vizir, apresentaram área média de 44,73 metros quadrados com desvio-padrão de 63,59 metros quadrados para o primeiro avaliador e área média de 20,38 metros quadrados com desvio-padrão de 41,75 metros quadrados para o segundo avaliador. Através do cálculo da correlação linear simples chegou-se a $r = 0,04$, que demonstra uma correlação de intensidade trivial. Foi realizado teste t para analisar a significância desta correlação, não tendo sido considerada estatisticamente significativa, ou seja, não pôde ser considerada estatisticamente diferente de zero. O valor de p ficou situado em $0,90 < p < 0,80$.

As áreas de deformações, pelo método SHRP, apresentaram área média de 4,68 metros quadrados com desvio-padrão de 11,84 metros quadrados para o primeiro avaliador e área média de 4,44 metros quadrados com desvio-padrão de 8,53 metros quadrados para o segundo avaliador. Através do cálculo da correlação linear simples chegou-se a $r = 0,31$, que demonstra uma correlação de intensidade moderada. Foi realizado teste t para analisar a

significância desta correlação, não tendo sido considerada estatisticamente significativa. O valor de p ficou situado em $0,20 < p < 0,10$ (Tabela 11).

TABELA 11:
CORRELAÇÃO ENTRE 2 AVALIADORES PARA ÁREA DE DEFORMAÇÕES

Métodos	R *	Intensidade da correlação **	Significância
Método Vizir	0,04	Trivial	NS; $0,90 < p < 0,80$
Método SHRP	0,31	moderada	NS; $0,20 < p < 0,10$

* correlação linear simples (de PEARSON)

** baseado em WILL G. HOPKINS (2001)

As áreas de remendos, pelo método Vizir, apresentaram área média de 31,95 metros quadrados com desvio-padrão de 65,34 metros quadrados para o primeiro avaliador e área média de 23,54 metros quadrados com desvio-padrão de 46,29 metros quadrados para o segundo avaliador. Através do cálculo da correlação linear simples chegou-se a $r = 0,55$, que demonstra uma correlação de intensidade forte. Foi realizado teste t para analisar a significância desta correlação, encontrando-se uma significância estatística para um $p < 0,02$, ou seja, a probabilidade desta correlação ter sido devido ao acaso foi menor de 2%.

As áreas de remendos, pelo método SHRP, apresentaram área média de 1,58 metros quadrados com desvio-padrão de 3,14 metros quadrados para o primeiro avaliador e área média de 0,85 metros quadrados com desvio-padrão de 1,23 metros quadrados para o segundo

avaliador. Através do cálculo da correlação linear simples chegou-se a $r = 0,65$, que demonstra uma correlação de intensidade forte. Foi realizado teste t para analisar a significância desta correlação, encontrando-se uma significância estatística para um $p < 0,01$, ou seja, a probabilidade desta correlação ter sido devido ao acaso foi menor de 0,1% (Tabela 12)

TABELA 12:
CORRELAÇÃO ENTRE 2 AVALIADORES PARA ÁREAS DE REMENDOS

Métodos	R *	Intensidade da correlação **	Significância
Método Vizir	0,55	Forte	$p < 0,02$
Método SHRP	0,65	Forte	$p < 0,01$

* correlação linear simples (de PEARSON)

** baseado em WILL G. HOPKINS (2001)

5.3.2 Concordância entre os avaliadores para severidade dos defeitos:

As notas para o grau de severidade das fissuras, no método Vizir, apresentaram uma proporção geral de concordância de 0,45, cujo valor sugere uma concordância de média para baixa. A concordância pelo teste Kappa foi de 0,28, com um erro-padrão de 0,11. Este valor de Kappa é significativamente diferente de zero para um $p < 0,05$, no entanto, a magnitude da concordância encontrada foi muito baixa. No método SHRP as notas dadas para degradação das fissuras apresentaram uma proporção geral de concordância de 0,40, valor considerado baixo. A concordância pelo teste Kappa foi de 0,26, com um erro-padrão de 0,09. Este valor

de Kappa também foi diferente de zero para um $p < 0,05$, mas a magnitude da concordância também foi ruim (Tabela 13).

TABELA 13:
CONCORDÂNCIA ENTRE 2 AVALIADORES PARA SEVERIDADE DAS TRINCAS

Métodos	Proporção geral de concordância	Teste Kappa	Significância
Método Vizir	0,45	0,28 +/- 0,11	$p < 0,05$
Método SHRP	0,40	0,26 +/- 0,09	$p < 0,05$

As notas para o grau de severidade das deformações, no método Vizir, apresentaram uma proporção geral de concordância de 0,45, valor este considerado de médio para baixo. A concordância pelo teste Kappa foi de 0,11, com um erro-padrão de 0,13. Este valor não foi considerado estatisticamente significativo. No método SHRP as notas de severidade das deformações apresentaram uma proporção geral de concordância de 0,65, valor este sugerindo uma magnitude de concordância média. A concordância pelo teste Kappa foi de 0,19, com um erro-padrão de 0,11. O valor de Kappa também não foi significativamente diferente de zero (Tabela 14)

TABELA 14:

CONCORDÂNCIA ENTRE 2 AVALIADORES PARA SEVERIDADE DAS
DEFORMAÇÕES

Métodos	Proporção geral de concordância	Teste Kappa	Significância
Método Vizir	0,45	0,11 +/- 0,13	NS
Método SHRP	0,65	0,19 +/- 0,11	NS

As notas para degradação das reparações, no método Vizir, apresentaram uma proporção geral de concordância de 0,60, valor este sugerindo uma magnitude de concordância média. A concordância pelo teste Kappa de 0,31, com um erro-padrão de 0,14. O valor de Kappa foi estatisticamente significativo para um $p < 0,05$, a concordância encontrada pelo método Kappa foi considerada ruim. No método SHRP a proporção geral de concordância foi de 0,75, que sugere uma boa concordância. A concordância pelo teste Kappa foi de 0,20, com um erro-padrão de 0,15. O valor de Kappa não foi significativamente diferente de zero (Tabela 15).

TABELA 15:
CONCORDÂNCIA ENTRE 2 AVALIADORES PARA
DEGRADAÇÃO DAS REPARAÇÕES

Métodos	Proporção geral de concordância	Teste Kappa	Significância
Método Vizir	0,60	0,31 +/- 0,14	$p < 0,05$
Método SHRP	0,75	0,20 +/- 0,15	NS

5.3.3 Concordância entre os avaliadores para as notas finais dos métodos Vizir e SHRP:

As notas finais do método Vizir, chamadas de “Índice Global de Degradação” e que são as notas dadas, para cada seção, para avaliação da condição do pavimento, também foram avaliadas quanto à confiabilidade. Estas notas apresentaram uma proporção geral de concordância de 0,55, que sugere uma concordância de média para baixa. A concordância pelo teste Kappa foi de 0,41, com um erro-padrão de 0,15. Este valor de Kappa foi estatisticamente significativo para um $p < 0,01$, ou seja, as chances desses valores serem devidos ao acaso é menor de 1%. No entanto, a magnitude de concordância encontrada demonstra uma confiabilidade de média para baixa.

As notas finais do método SHRP são dadas em determinado ponto de uma linha contínua de 0 a 100 e chamadas de Índice de Condição do Pavimento (ICP). O ICP levantado com base nos dados dos dois avaliadores apresentou uma correlação entre os avaliadores de 0,43, que demonstra uma correlação de intensidade moderada. As notas do ICP foram posteriormente divididas em intervalos de 1 a 5. A proporção geral de concordância foi de 0,95, que sugere uma concordância excelente. Para estes últimos números não foi possível o uso do teste Kappa devido a presença de zeros na tabela de contingência (Tabela 16).

TABELA 16:

CONCORDÂNCIA ENTRE 2 AVALIADORES PARA AS NOTAS FINAIS DO
VIZIR E DO SHRP

Métodos	Proporção geral de concordância	Teste Kappa	Significância
Método Vizir	0,55	0,41 +/- 0,15	p < 0,01
Método SHRP (intervalo)	0,95	-	

5.4 Comparação entre os dois Métodos

A comparação direta entre os dois métodos foi realizada com objetivo de se verificar a equivalência entre os métodos. Para estas análises foram utilizadas 104 seções, tendo-se analisado as diferenças de levantamento nas áreas de defeitos, nos níveis de severidade dos defeitos e na notas finais de condição do pavimento.

5.4.1 Comparação entre as áreas

Quanto às áreas de fissuras, no método Vizir estas apresentaram uma área média de 33,21 metros quadrados com desvio-padrão de 75,33 metros quadrados. No método SHRP as trincas apresentaram uma área média de 39,36 metros quadrados com desvio-padrão de 197,45 metros quadrados. Foi realizado teste t de Student para dados pareados e estabelecimento do intervalo de confiança da diferença média. A diferença média entre as áreas foi de 6,15 metros quadrados, com intervalo de confiança a 95% de -24,288 a 36,58

metros quadrados. O valor de t foi $t = 0,40$; $0,070 < p < 0,60$, demonstrando não haver diferença significativa entre as áreas de fissuras no dois métodos.

Foi realizado cálculo da correlação linear simples entre as áreas de fissuras pelo método Vizir e pelo método SHRP, tendo-se chegado ao valor de 0,67. Este valor foi considerado estatisticamente significativo para um $p < 0,001$.

Quanto às áreas de deformações, no método Vizir estas apresentaram uma área média de 44,3 metros quadrados com desvio-padrão de 146,51 metros quadrados. No método SHRP as deformações apresentaram uma área média de 6,97 metros quadrados com desvio-padrão de 44,74 metros quadrados. Foi realizado teste t de Student para dados pareados e estabelecimento do intervalo de confiança entre as diferenças encontradas. A diferença média entre as áreas foi de 37,32 metros quadrados, com intervalo de confiança a 95% de 8,09 a 66,54 metros quadrados. O valor de t foi estatisticamente significativo para um $p < 0,02$, ou seja, demonstrou uma diferença estatisticamente significativa entre as áreas.

Foi realizado também cálculo da correlação linear simples entre as áreas de deformações pelo método Vizir e pelo método SHRP, tendo-se chegado ao valor de 0,06. Este valor não foi considerado estatisticamente significativo.

Quanto às áreas de remendos, no método Vizir estas apresentaram uma área média de 51,75 metros quadrados com desvio-padrão de 114,39 metros quadrados. No método SHRP

os remendos apresentaram uma área média de 11,16 metros quadrados com desvio-padrão de 21,09 metros quadrados. Foi realizado teste t de Student para dados pareados e

estabelecimento do intervalo de confiança entre as diferenças encontradas. A diferença média entre as áreas foi de 40,59 metros quadrados, com intervalo de confiança a 95% de 19,1 a 62,07 metros quadrados. O valor de t foi estatisticamente significativo para um $p < 0,001$, ou seja, demonstrou uma diferença altamente significativa entre as áreas.

Foi realizado cálculo da correlação linear simples entre as áreas de remendos pelo método Vizir e pelo método SHRP, tendo-se chegado ao valor de 0,26. Este valor foi considerado estatisticamente significativo para um $p < 0,01$.

Foi realizada também comparação das áreas totais de defeitos. No método Vizir esta apresentou uma área média de 129,26 metros quadrados com desvio-padrão de 257,82 metros quadrados. No método SHRP a área total de defeitos apresentou uma área média de 206,65 metros quadrados com desvio-padrão de 537,76 metros quadrados. Foi realizado teste t de Student para dados pareados e estabelecimento do intervalo de confiança entre as diferenças encontradas. A diferença média entre as áreas foi de 77,38 metros quadrados, com intervalo de confiança a 95% de -18,03 a 172,79 metros quadrados,. O valor de t foi $t = 1,60$; $0,20 < p < 0,10$, ou seja, não foi estatisticamente significativo.

Foi realizado também cálculo da correlação linear simples entre as áreas totais de defeitos pelo método Vizir e pelo método SHRP, tendo-se chegado ao valor de 0,41. Este valor foi considerado estatisticamente significativo para um $p < 0,001$.

Na Tabela 17 foram colocadas as comparações entre as áreas de defeitos nos dois métodos de inspeção visual, incluindo a diferença média entre as áreas de defeitos e

estabelecimento do intervalo de confiança a 95%. Também são apresentadas relevâncias estatísticas dos respectivos testes t. (Figura 6).

TABELA 17:

COMPARAÇÃO ENTRE AS ÁREAS DE DEFEITOS PELOS MÉTODOS VIZIR E SHRP

Defeitos	Vizir		SHRP		Diferença média	IC a 95%	Significância
	Média	DP	Média	DP			
Fissuras/Trincas	33,21	75,33	39,36	197,45	6,15	-24,28 a 36,58	NS
Deformações	44,30	146,51	6,97	44,74	37,33	8,09 a 66,54	p < 0,02
Reparações/Remendos	51,75	114,39	11,16	21,09	40,59	19,10 a 62,07	p < 0,001
Panelas	-		0,83	3,38			
Def. Superfície	-		148,34	370,53			
Total de Defeitos	129,26	257,82	206,65	537,76	77,39	-18,03 a 172,79	NS

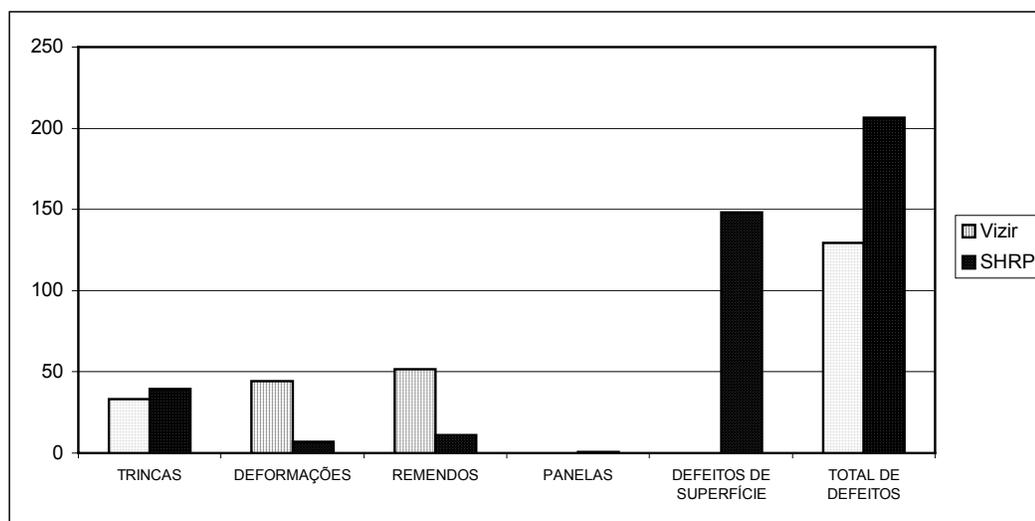


Figura 6: Gráfico de comparação entre as áreas médias de Defeitos pelos Métodos Vizir e SHRP.

Na Tabela 18 foram colocadas as correlações entre as áreas de defeitos levantadas pelos dois métodos de inspeção visual. Podemos representar graficamente estas correlações através do gráfico de dispersão de pontos (Figuras 7 a 10).

TABELA 18:
CORRELAÇÃO ENTRE AS ÁREAS DE DEFEITOS PELOS MÉTODOS VIZIR E SHRP

Defeitos	R*	Intensidade da correlação**	Significância
Fissuras/Trincas	0,67	forte	P < 0,001
Deformações	0,06	trivial	NS
Reparações/Remendos	0,26	pequena	p < 0,01
Total de Defeitos	0,41	moderada	p < 0,001

* correlação linear simples (de PEARSON)

** baseado em WILL G. HOPKINS (2001)

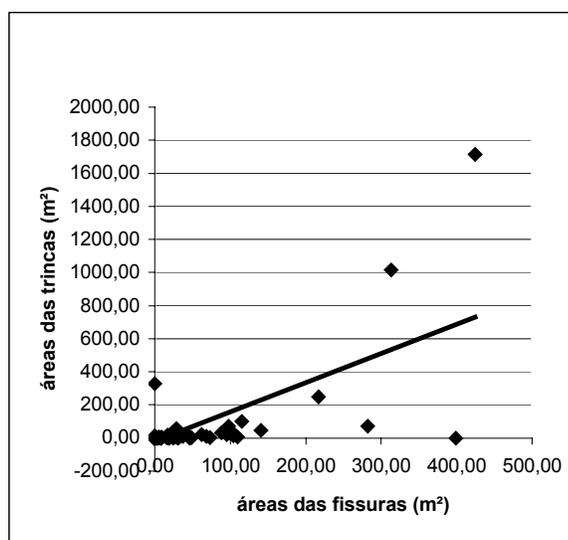


Figura 7: Gráfico de Dispersão de Pontos entre Fissuras do Vizir e Trincas do SHRP.

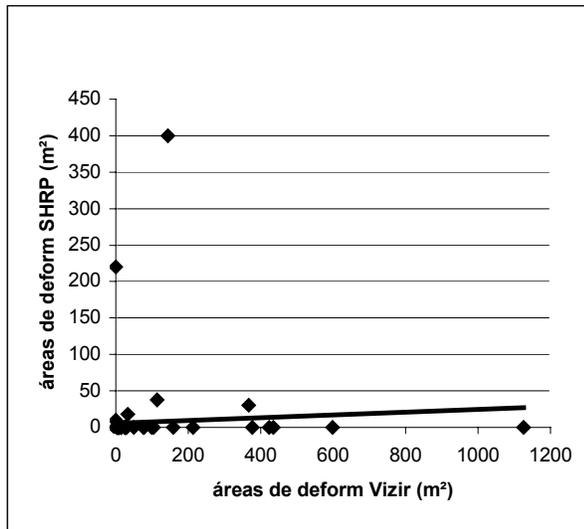


Figura 8: Gráfico de Dispersão de Pontos entre Deformações do Vizir e do SHRP.

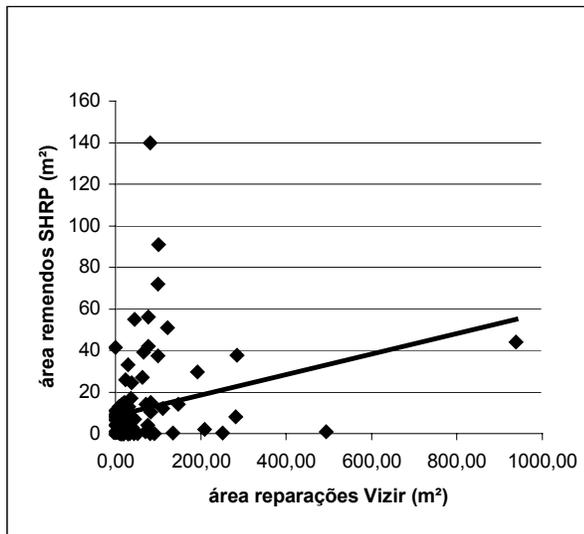


Figura 9: Gráfico de Dispersão de Pontos entre Reparações do Vizir e Remendos do SHRP.

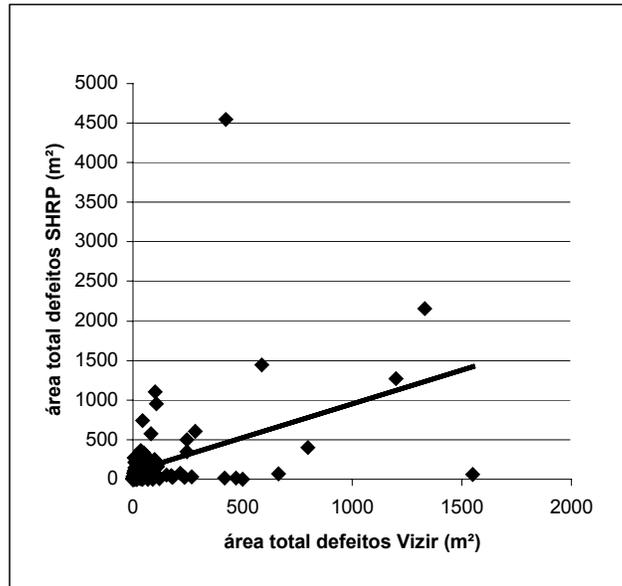


Figura 10: Gráfico de Dispersão de Pontos entre as Áreas Totais de Defeitos do Vizir e do SHRP.

5.4.2 Comparação entre as Notas de Severidade dos Defeitos

Foram comparadas as notas de severidade das fissuras, através de teste Qui-Quadrado. O valor do Qui-Quadrado foi de $X^2 = 2,04$; $0,70 < p < 0,50$, ou seja, não foi estatisticamente significativo (Tabela 19).

TABELA 19:
COMPARAÇÃO DAS NOTAS DE SEVERIDADE DAS TRINCAS
NO VIZIR E NO SHRP:

Nível de severidade	Vizir		SHRP		X2	Significância
	n	%	n	%		
ausência de defeito	56	53,84%	51	49,03%		
baixo	11	10,57%	21	20,19%		
moderado	18	17,30%	17	16,34%		
alto	19	18,26%	15	14,42%		
TOTAL	104	100%	104	100%	2,045	NS; $0,70 < p < 0,50$

Foram comparadas as notas de severidade das deformações, através do teste Qui-Quadrado. O valor do Qui-Quadrado foi de 16,266, estatisticamente significativo para $p < 0,001$ (Tabela 20).

TABELA 20:
COMPARAÇÃO DAS NOTAS DE SEVERIDADE DAS
DEFORMAÇÕES NO VIZIR E NO SHRP:

Nível de severidade	Vizir		SHRP		X2	Significância
	n	%	n	%		
ausência de defeito	74	71,15%	97	93,26%		
baixo	13	12,50%	3	2,88%		
moderado	4	3,84%	1	0,96%		
alto	13	12,50%	3	2,88%		
TOTAL	104	100%	104	100%	16,493	$p < 0,001$

Foram comparadas as notas de severidade dos remendos. O valor do Qui-Quadrado foi de $X^2 = 2,088$; $0,70 < p < 0,50$, ou seja, não foi estatisticamente significativo (Tabela 21).

TABELA 21:
COMPARAÇÃO DAS NOTAS DE SEVERIDADE DOS REMENDOS NO VIZIR E NO SHRP:

Nível de severidade	Vizir		SHRP		X2	Significância
	n	%	n	%		
ausência de defeito	35	33,65%	43	41,34%	2,088	NS; $0,70 < p < 0,50$
baixo	20	19,23%	17	16,34%		
moderado	30	28,84%	23	22,11%		
alto	19	18,26%	21	20,19%		
TOTAL	104	100%	104	100%		

5.4.3 Comparação entre as Notas Finais dos Dois Métodos

Foram comparadas as notas finais dos métodos Vizir e do SHRP. No método SHRP a nota utilizada foi do intervalo de 1 a 5. O valor do Qui-Quadrado, utilizando uma tabela de contingência 2 X 5 e considerando todas as notas em conjunto foi de 10,288, estatisticamente significativo para um $p < 0,05$. Analisando-se cada nota em particular, podemos observar que as notas que puxaram o Qui-Quadrado do conjunto para uma significância estatística foram as notas 1 e 3, que apresentaram uma significância estatística particularmente alta (com $p < 0,001$).

TABELA 22:
COMPARAÇÃO ENTRE AS NOTAS FINAIS DOS MÉTODOS VIZIR E SHRP

Nota do método	Vizir		SHRP		X2	Nível de significância
	n	%	n	%		
Nota 1	39	37,5%	68	65,3%	16,186	p < 0,001
Nota 2	21	20,2%	15	14,4%	1,209	NS
Nota 3	18	17,3%	3	2,9%	12,251	p < 0,001
Nota 4	13	12,5%	13	12,5%	zero	NS
Nota 5	5	4,8%	5	4,8%	zero	NS
TOTAL	104	100%	104	100%	10,288	p < 0,05*

* Qui-Quadrado das notas em conjunto utilizando tabela 2 X 5

Adicionalmente, no método SHRP foi possível especificar-se os diferentes tipos de trincas. Este dado não foi utilizado nas comparações com o Vizir, devido ao método Vizir não fazer distinção entre os diferentes tipos de fissuras. As trincas avaliadas não são todas iguais. Do total de trincas encontradas, que apresentaram uma área total de 4.093,53 metros quadrados, encontrou-se 57% de trincas por fadiga, 34% de trincas de bordo, 7% de trincas transversais, 2% de trincas longitudinais e 0% de trincas por reflexão. Vide abaixo os diferentes tipos de trincas e suas respectivas porcentagens de aparecimento (Figura 11).

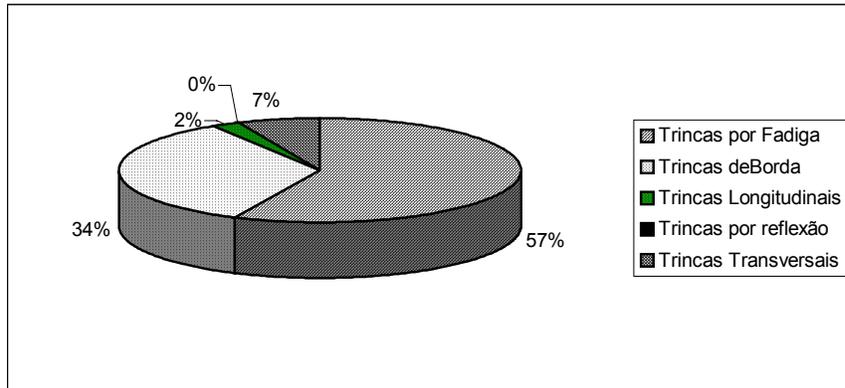


Figura 11: Gráfico dos tipos de Trincas avaliadas conforme metodologia SHRP.

CONCLUSÕES

Baseado nos presentes resultados chegou-se às seguintes conclusões:

- Quanto ao tempo de aplicação dos métodos, os levantamentos utilizando o método SHRP foram mais demorados que no método Vizir. Isto também pode ser explicado pelo maior número de defeitos levantados pelo método SHRP e devido às medições das áreas de defeitos despendem mais tempo do que a estimativa da porcentagem das áreas de defeitos, como realizado no método Vizir. No entanto, mesmo existindo uma diferença significativa de tempo de aplicação dos dois métodos, podemos considerar que os dois métodos são de rápida aplicação e que a diferença média no tempo de aplicação, de 1 minuto e 41 segundos, é de pequena relevância.
- Com relação à confiabilidade dos métodos, as considerações foram separadas quanto à confiabilidade dos levantamentos das áreas de defeitos, quanto às notas dadas para o nível de degradação dos defeitos e finalmente para as notas finais dos dois métodos. Quanto aos levantamentos das áreas de defeitos, podemos concluir

que para os 3 tipos de defeitos levantados a confiabilidade do método SHRP é melhor que no método Vizir. Isto pode ser visualizado quando se analisa as correlações entre os avaliadores, que demonstraram ser melhores no método SHRP. Era esperado que no método SHRP, devido às áreas de defeitos terem sido medidas, houvesse inclusive uma correlação ainda maior entre essas áreas, o que não ocorreu. Isso pode ser explicado devido às medições não terem sido realizadas com trena, mas com o uso dos divisores de pista e passeio (meio-fio) como unidades de medida, cada um com medida aproximada de 1 metro. No entanto, mesmo essas medidas não tendo sido exatas, ainda assim foram bem melhores do que as estimativas de áreas de defeitos, como utilizado para o método Vizir.

- Quanto à confiabilidade nas notas para severidade de defeitos foram utilizados dois testes para análise da concordância. Os testes Kappa foram muito baixos em ambos os métodos, mas podemos explicar estes valores devido ao número pequeno de seções utilizado para este tipo de cálculo. Quando analisamos as proporções gerais de concordância para os 3 tipos de defeitos em estudo notou-se uma tendência para uma melhor concordância nas notas no método SHRP. Também pôde-se observar uma grande diferença na proporção geral de concordância entre as notas finais dos dois métodos, demonstrando, no presente trabalho, que o método SHRP apresenta uma confiabilidade maior que o método Vizir.
- Também foram comparados os métodos entre si, com o objetivo de se verificar o grau de equivalência entre eles. Teve-se o cuidado de compararem-se apenas os os

defeitos levantados tanto no método Vizir quanto no método SHRP. No presente trabalho observou-se que as fissuras do método Vizir apresentam uma boa correlação com as trincas no método SHRP. Para os demais defeitos as correlações entre os defeitos são pequenas, além de se demonstrarem áreas significativamente diferentes nos dois métodos. Ou seja, apenas o defeito específico trinca/fissura apresenta equivalência nos dois métodos. Este achado não era esperado, pois, uma vez avaliando-se as mesmas variáveis, era esperado que houvesse uma correlação pelo menos de intensidade boa entre os dois métodos. Novamente podemos considerar que, como as áreas dos defeitos no método Vizir foram apenas estimadas, os usos de estimativas não foram bons métodos para levantamento de áreas de defeitos quando comparados com dados medidos.

- Quanto à área total de defeitos nas seções não foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre os dois métodos. No entanto, a diferença média foi de 77,38 metros quadrados, que embora não tenha sido estatisticamente significativa pode ser considerada uma diferença consistente. Considerando o intervalo de confiança desta diferença, vê-se que o mesmo foi bastante largo, sugerindo que uma amostragem maior seria necessária para dizer se esta diferença entre as áreas totais de defeitos é significativa ou não. Era esperado que houvesse diferença entre os dois métodos, pois no método Vizir esta variável consistiu na soma de três tipos de defeitos (fissuras, deformações e reparações), enquanto no método SHRP consistiu na soma de cinco tipos de defeitos (trincas, deformações, remendos, panelas e defeitos de superfície). No entanto, como as áreas de

deformações e as reparações pelo método Vizir apresentaram uma área bem maior do que no método SHRP, isto compensou em parte o número maior de tipos de defeitos considerados no método SHRP. A correlação entre as áreas totais de defeitos nos dois métodos foi de 0,41, uma correlação considerada de intensidade moderada. Apenas para ressaltar, esta variável foi a única que não apresentava uma correspondência exata de definição entre os dois métodos, mas que foi comparada no presente trabalho porque, mesmo não sendo equivalentes, interessava ver quanto apresentavam de correlação.

- As notas de severidade dos defeitos não mostraram diferença quando consideradas as fissuras do Vizir e as trincas do SHRP e quando consideradas as reparações do Vizir com os remendos do SHRP. No entanto, houve uma diferença significativa entre as notas para severidade das deformações no Vizir quando comparado com o SHRP. Esta diferença não pôde ser explicada por diferenças de tamanho das áreas com esse tipo específico de defeito. Além disto, a probabilidade desta diferença ter sido devido ao acaso foi menor do que 1 em 1000. Logo, podemos concluir que os dois métodos têm critérios diferentes para estabelecer o grau de severidade das deformações.
- Foram comparadas as notas finais do Vizir e do SHRP para a condição do pavimento das seções. Podemos ver pelos resultados que essas notas apresentaram uma diferença significativa, ou seja, não são equivalentes. Era esperado que, por medirem as mesmas variáveis, estes métodos não apresentassem diferenças

significativas e inclusive apresentassem uma certa equivalência. Como isto não aconteceu, podemos concluir que, embora analisem as mesmas variáveis, estes métodos as consideram diferentemente.

- Podemos ver também que as notas de condição do pavimento que apresentaram discordância foram as notas 1 e 3, respectivamente as que representavam excelente e regular estado dos pavimentos. Aqueles pavimentos que apresentaram notas mais altas de deterioração não apresentaram diferença nos métodos, sugerindo que pavimentos muito deteriorados tendem a ser percebidos de maneira semelhante, independentemente de qual dos dois métodos seja utilizado. Isto pode ser interessante devido às diferentes estratégias de conservação dos pavimentos de cada localidade e a escolha do momento de intervenção, quando se procura priorizar a manutenção do pavimento ou a recuperação do pavimento. Por exemplo, nas localidades em que se optou por aguardar por uma maior deterioração do pavimento para então intervir, através da recuperação do pavimento, ambos os métodos são semelhantes para identificar os pavimentos mais deteriorados. Naquelas localidades em que se prioriza a manutenção do pavimento em boas condições, seria mais útil utilizar-se do melhor método de inspeção visual para analisar as condições desses pavimentos.
- Finalmente, devido à melhor confiabilidade do método SHRP em relação ao método Vizir, encontrada no presente trabalho, conclui-se que este método foi superior ao método Vizir na inspeção visual dos pavimentos asfálticos.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Segundo o processo de Markov, (Fernandes, 1998) “o futuro do processo só depende da sua condição presente”, ou seja, o conhecimento da condição atual do pavimento poderá ser utilizado para uma estimativa da condição futura desse mesmo pavimento.

Ficaram questões que ainda não foram respondidas no presente trabalho e que necessitam de estudos adicionais. Por exemplo, é possível que seções maiores, devido a dificuldade maior de levantamento visual dos dados, apresentem confiabilidade menor em relação a seções menores. Isto pode ser analisado com uso de um número maior de seções. Também com um número maior de seções e um número maior de avaliadores, além de técnica de teste-reteste, é possível a utilização mais efetiva do teste Kappa, para avaliação de concordância entre os avaliadores.

Neste trabalho procurou-se utilizar métodos de avaliação visual dos pavimentos, por serem mais baratos e mais viáveis de utilização no nosso meio em relação ao uso de equipamentos para avaliação objetiva dos pavimentos. No futuro pode ser realizada uma

comparação entre os métodos de avaliação visual de pavimentos, com uso de avaliadores, e a comparação com a avaliação objetiva dos pavimentos, com o uso de equipamentos. Essa comparação seria útil para a validação dos métodos de avaliação visual dos pavimentos utilizando-se avaliadores, e através daí ser conhecida a especificidade e sensibilidade de cada método de avaliação visual para a identificação da condição do pavimento. Com estudos adicionais para validação adequada destes métodos pode ser possível a criação de novos métodos, mais válidos e mais confiáveis, de avaliação visual de pavimentos, ou o aperfeiçoamento dos atualmente existentes.

Este é o primeiro trabalho que se teve conhecimento da comparação entre dois métodos de avaliação visual de pavimentos. Outros trabalhos nesta área são necessários, inclusive com uso de outros métodos de avaliação visual existentes e já em fase de aplicação.

A avaliação dos pavimentos é uma informação importante para planejamento de manutenção e recuperação de pavimentos. No entanto, outras informações são importantes para o estabelecimento de prioridades de manutenção, como por exemplo, a hierarquia viária, capacidade portante do pavimento, o volume de tráfego dos logradouros, porcentagem de veículos pesados e o peso dos veículos. Estudos adicionais no futuro poderão ser úteis para a avaliação destas outras variáveis, e assim se desenvolver uma metodologia para indicar as prioridades de investimento em manutenção dos pavimentos.

REFERÊNCIAS

AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials. Guide for Design of Pavement Structures. Washington, 1993.

AUTRET, PAUL. VIZIR - Método com Apoio de Computador para a Estimativa das Necessidades na conservação de uma Rede Rodoviária. Dezembro, 1991

BARRASS, Robert. Os Cientistas Precisam Escrever: Guia de Redação para Cientistas, Engenheiros e Estudantes. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1979.

BARROS, R. Assessing Composite Distress Evaluations. In Transportation Research Record 1311. Transportation Research Board. Washington, 1991.

CARDOSO, S.H. et al. A Importância da Qualificação dos Efeitos dos Fatores Ambientais e de Cargas em Sistemas de Gerência de Pavimentos. Anais da 27ª Reunião Anual de Pavimentação – Teresina, 1993.

CENEK, P.D. et al. New Zealand Experience in Comparing Manual and Automatic Pavement Condition Rating Systems. In Proceedings of Third International Conference on Managing Pavements. San Antonio – Texas, 1994.

COCHRAN, William G. Sampling techniques. 3^a. ed. Wiley. New York, 1967.

Conservação de uma Rede Rodoviária. Abril

CHEN, X.; DOSSEY, T.; HUDSON, W. R. "Development of Project-Level Urban Roadway Management System". Transportation Research Record. Nº 1455. 1994. 62-68

CHEN. X.; WEISSMANN, J.; DOSSEY, T.; HUDSON, W.R. "*URMS: Graphical Urban Roadway Management System at Network Level*". Transportation Research Record Nº 1397. 1993. 103-111.

EPPS, J. A. Et al. Equipment for Obtaining Pavement Condition and Traffic Loading Data. National Cooperative Highway Research Program Synthesis of Highway Practice 126. Transportation Research Board. Washington, 1986.

FEIGHAN, K, K et al. A Priorization Scheme for the Micro PAVER Pavement Management System. Transportation Research Record 1215. Páginas 89 a 100.

FERNANDES JR., J.L., MARGARIDO, S.A & ZERBINI, L.F. Priorização em Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos. Anais da 7^a Reunião de Pavimentação Urbana. São José dos Campos – São Paulo – Brasil. 26 a 28 de junho de 1996.

FERNANDES JR., J.L., ODA, S. & ZERBINI, L.F.. Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos. Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos. São Paulo, 1999.

FERNANDES JR., J.L.. Sistema de Pavimentos Urbanos para Cidades Brasileiras de Médio Porte. Anais do Primer Seminario Proviaal Urbano. Rosário – Argentina, abril de 1998.

FLEISS, Joseph. Statistical Methods for Rate and Proportions. Second edition. John Wiley & Sons. New York, 1981.

GONTIJO, Paulo Romeu Assunção. Método Paragon para Avaliação e Diagnóstico de Pavimentos Rodoviários. Anais do Simpósio de Novos Métodos de Avaliação Funcional Estrutural de Pavimentos. Rio de Janeiro, 1998.

GORDON, R. et al. Condition Rating Methods for Pavement Management Systems. In Pavement Systems Management Workshop. Albany. Australia, 1985.

GRIVAS, D. A. et al. Distress Survey Methodology of the New York State Thruway Authority's Pavement Management System. In Transportation Research Record 1311. Transportation Research Board. Washington, 1991a.

HAAS, R. & HUDSON R.. *Pavement Manegent Systems*. New York, McGraw-Hill, 1978.

HAAS. R.; HUDSON, W.R.; ZANIEWSKI, J. Modern Pavement Management. Krieger Publishing Company. Malamar, Florida 1994.

HOPKINS, W.J. A Scale of Magnitudes for Effect Statistics. A New View of Statistics. June, 19th, 2001. <http://www.sportsci.org/resource/stats/effectmag.html>

INSTITUTO DE MECANICA APLICADA Y ESTRUCTURAS.IMAE- Instructivo para el Relevamiento Sistemático del Estado del Estado de los Pavimentos Urbanos de la Ciudad de Rosario. Univeridade Navcional de Rosario. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Rosário, agosto de 1996.

JATOBÁ, Lucila L. Boudoux. A Gerência Rodoviária no DER-PE. Anais da 30ª Reunião Anual de Pavimentação. Salvador - Bahia - Brasil. 24 a 29 de novembro de 1996.

KISH, Leslie. Survey sampling. Wiley New York, 1987.

MEDINA, Jaques. *Mecânica dos Pavimentos*. Rio de Janeiro, Editora UFRJ,. 1997.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos. 1998.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. *Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos*. DNER-PRO 008/94. Páginas 1 a 10.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER-ES 128/83. Páginas 1 a 9.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER/DYNATEST. Sistema de Gerência de Pavimentos. Brasília, 1993.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER - Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico - Sistema Gerencial de Pavimentos do DNER - Instruções para atividades de Campo , 1994

MUNDIM, Renato. Método para Programação das Ações de Manutenção e Reabilitação em Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia, 2000.

PEREIRA, Maurício Gomes. Epidemiologia Teoria e Prática. Guanabara Koogan S.^a. Rio de Janeiro, 1995. Págs 348 a 357.

PREUSSLER, E. S. et al. Notas de Aula do Curso de Extensão Projeto e Avaliação de Pavimentos Flexíveis. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1987.

QUEIROZ, César. Augusto Vieira de. Modelos de Previsão do Desempenho para a Gerência de Pavimentos no Brasil. Brasília, Geipot, 1984. 366p il.

SMOV - SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E VIAÇÃO. Concorrência Pública Internacional de Pré-Qualificação de Firms de Consultoria. Edital de Pré-Qualificação. Município de Porto Alegre, 1999.

SHAHIN, M.Y. et al. Development of a Pavement Condition Rating Procedure for Road, Streets and Parking Lots – Condition Rating Procedure. Volume I. Technical Report M-268. United States Army Corps of Engineers. Illinois, 1979.

SIEGEL, Sidney. Estatística Não-Paramétrica. McGraw-Hill. São Paulo, 1975.

SOUZA, Murilo Lopes. *Pavimentação Rodoviária*. 2^a. edição. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1980.

STRATEGIC HIGHWAY RESERCH PROGRAM, NATIONAL RESEARCH CONCIL. SHRT. Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Project. National Academy of Sciences. Washington, D.C. 1993.

ULLIDTZ, Per. Pavement Analysis in Developments in Civil Engineering. Amsterdam, Elsevier Science, 1987. Vol. 19.

YODER, E. J. & WITCZAK, M. W. Principles of Pavement Design. 2^a. edition. New York, John Wiley & Sons, 1975.

ZHANG, Z et alii. GIS Integrated Pavement and Infrastructure Management in Urban Areas. Transportation Research Records 1429. Páginas 84 a 89.

ANEXO 1

Análise de Metodologia de Inspeção Visual

Nº da Ficha: _____	
Nome do Avaliador: _____	Data: ____/____/____
Nome do Logradouro: _____	CDL: _____
Início do trecho: _____	Término do trecho: _____
Número da Seção: _____	
Comprimento da Seção: _____	Largura da Seção: _____
Tempo de Aplicação do Questionário: _____ (em segundos)	

Levantamento de Superfície - SHRP

				Nível de degradação			
				Baixo 1	Médio 2	Elevado 3	
Tipos de Defeitos	Subtipo de Defeito	Nº de defeitos	Área atingida				
1.Trincas	1.Trincas por Fadiga(m ²)						
	2.Trincas em Bloco(m ²)						
	3.Trincas de Bordas(m)						
	4.Trincas longitudinais	nos trilhos de rodas(m)					
		fora dos trilhos de rodas(m)					
	5.Trincas de Reflexão nas juntas	Transversais(m)					
		Longitudinais(m)					
6.Trincas Transversais	sem nada(m)						
	seladas(m)						
TOTAL DAS TRINCAS (m²):				impressão do N.D.das trincas			
2.Remendos							
3.Panelas							
4.Deformação da Superfície	1. Trilho de Roda(m)(na sequência)						
	2.Deformação por deslocamento da Superfície(m ²)						
	TOTAL DAS DEFORMAÇÕES DE SUPERF.(m²):			impressão do N.D.das def.			
5.Defeitos na Superfície	1.Exudação(m ²)						
	2.Agregado Polido(m ²)						
	3.Desagregação(m ²)						
TOTAL DOS DEFEITOS DE SUPERFÍCIE(m²):				impressão do N.D.dos def.s.			
6.Miscelânea de Defeitos	1.Degrau da via para o acostamento(na sequência)						
	2.Água que brota e bombeada(m)						
	TOTAL DAS MISCELÂNEAS DE DEFEITOS(m²):			impressão do N.D.das m.def.			

4.1. Trilho de Roda (para inspeção do terreno tipo SPS-3)

Dentro do trilho da roda			Fora do trilho de roda		
Ponto Núm.	Distância do trilho(mm)	Profundidade	Ponto Núm.	Distância do Ponto(m)	Profundidade do trilho(mm)
1	0	_____	1	0	_____
2	15	_____	2	15,25	_____
3	31	_____	3	30,5	_____
4	46	_____	4	45,75	_____
5	61	_____	5	61	_____
6	76	_____	6	76,25	_____
7	92	_____	7	91,5	_____
8	107	_____	8	106,75	_____
9	122	_____	9	122	_____
10	137	_____	10	137,25	_____
11	153	_____	11	152,5	_____

6.1. Degrau da via para o acostamento

Ponto Núm.	Distância do trilho(mm)	Profundidade
1	0	_____
2	15	_____
3	31	_____
4	46	_____
5	61	_____
6	76	_____
7	92	_____
8	107	_____
9	122	_____
10	137	_____
11	153	_____

Nota: Distância do ponto é a distância em metros do início da seção de teste até o ponto onde a medição foi feita.

Os valores são SI equivalentes do espaço de 50 pés usados na inspeção anterior.

Análise de Metodologia de Inspeção Visual

Nome do Avaliador: _____		Nº da Ficha: _____
Nome do Logradouro: _____		Data: ____ / ____ / ____
Início do trecho: _____	Término do trecho: _____	
Número da Seção: _____	CDL: _____	
Comprimento da Seção: _____	Largura da Seção: _____	
Tempo de Aplicação do Questionário: _____ (em segundos)		

Levantamento de Superfície - VIZIR

Tipo de Defeito	Gravidade	% de extensão	Nota para o tipo do defeito
Fissura			
Deformação			
Reparação			

Análise de Metodologia de Inspeção Visual

Nome do Avaliador: _____		Nº da Ficha: _____
Nome do Logradouro: _____		Data: ___/___/___
Início do trecho: _____	Término do trecho: _____	
Número da Seção: _____		CDL: _____
Comprimento da Seção: _____	Largura da Seção: _____	
Tempo de Aplicação do Questionário: _____ (em segundos)		

Levantamento de Superfície - VIZIR

Tipo de Defeito	Gravidade	% de extensão	Nota para o tipo do defeito
Fissura			
Deformação			
Reparação			

Manual de Campo

1. Trincas:

1.1. Trincas por fadiga do revestimento

Ocorre em áreas sujeitas a repetição de tráfego pesado, com espaçamento entre as trincas inferior a 30 cm.

Níveis de Severidade

1.1.1. Baixa: poucas trincas conectadas, sem erosão nos bordos e sem evidência de bombeamento.

1.1.2. Média: trincas conectadas e bordos levemente erodidos, mas sem evidências de bombeamento,

1.1.3. Alta: trincas erodidas nos bordos, movimentação dos blocos quando submetidos ao tráfego e com evidências de bombeamento.

Como medir: registrar a área afetada(m²) por cada nível de severidade.

1.2. Trincas em Bloco

Trincas que dividem o pavimento em pedaços aproximadamente retangulares. Variam em tamanho de aproximadamente 0,1 até 10m².

Níveis de Severidade

1.2.1. Baixa: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições.

1.2.2. Média: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa.

1.2.3. Alta: trincas com abertura média superior a 19mm ou trincas com abertura média inferior a 19mm mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.

Como medir: registrar a área afetada(m²) por cada nível de severidade.

1.3. Trincas de Borda

Aplica-se somente para pavimentos com acostamentos não pavimentados. Trincas contínuas que interceptam a borda do pavimento e estão localizadas dentro de uma faixa de 0,6 m a partir da extremidade do pavimento.

Inclui trincas longitudinais localizadas fora da trilha de roda.

Níveis de Severidade

1.3.1. Baixa: sem perda de material ou despedaçamento.

1.3.2. Média: perda de material e despedaçamento em até 10% da extensão afetada.

1.3.3. Alta: perda de material e despedaçamento em mais de 10% da extensão afetada.

Como medir: registrar a extensão afetada(m) por cada nível de severidade.

1.4. Trincas Longitudinais:

Trincas predominantemente paralelas ao eixo. Localizada dentro da pista (trilha de roda ou não)

Níveis de Severidade

1.4.1. Baixa: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições.

1.4.2. Média: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa.

1.4.3. Alta: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.

Como medir: registrar a extensão(m) das trincas longitudinais e os níveis de severidade correspondentes.

1.5. Trincas por reflexão nas juntas: reflexão de trincas ou juntas das camadas inferiores.

Níveis de Severidade

1.5.1. Baixa: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições.

1.5.2. Média: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa.

1.5.3. Alta: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.

Como medir: registrar, em separado, as trincas transversais e longitudinais. Registrar o número de trincas transversais.

Fazer o registro da extensão das trincas e os níveis de severidade. Registrar a extensão com selante em boas condições.

1.6.Trincas Transversais: trincas predominantemente perpendiculares ao eixo do pavimento.

Níveis de Severidade: adotar a mais elevada, desde que represente pelo menos 10% da extensão.

1.6.1. Baixa: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições.

1.6.2. Média: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa.

1.6.3. Alta: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.

Como medir: registrar o número de trincas, a extensão e os níveis de severidade correspondentes. Registrar a extensão com selante em boas condições.

2. Remendos: parte da superfície do pavimento, maior que 0,1 m², removido e substituída ou material adicional aplicado ao pavimento após a construção inicial.

Níveis de Severidade

Em função da severidade dos defeitos apresentados pelo remendo.

Como medir: registrar o número de remendos e a área afetada (m²) por cada nível de severidade.

3. Painelas: buracos de vários tamanhos na superfície do pavimento, com dimensão mínima de 15 cm.

Profundidade: valor máximo, medido a partir da superfície do pavimento.

Níveis de Severidade

3.1. Baixa: panela com profundidade menor que 25 mm.

3.2. Média: panela com profundidade entre 25 e 50 mm.

3.3. Alta: panela com profundidade maior que 50 mm.

Como medir: registrar o número de painelas e a área afetada por cada nível de severidade.

4. Deformação da Superfície

4.1. Deformação permanente: Depressão longitudinal nas trilhas de roda.

Pode estar associada a deslocamentos transversais(cisalhamento)

Nível de Severidade: não é aplicado.

Substituídos pelas medições da deformação permanente a cada 15m.

Como medir: registrar a máxima deformação permanente(mm), nas duas trilhas de roda.

4.2. Deformação por deslocamento da superfície (m²) - Corrugação

Deslocamento longitudinal de uma área localizada da superfície do pavimento., causada por esforços tangenciais (frenagem ou aceleração) em rampas, curvas ou cruzamentos. Também pode ter um deslocamento vertical associado.

Nível de Severidade: não aplicado. São associados aos efeitos sobre a qualidade do rolamento.

Como medir: registrar o número de ocorrências e a área afetada (m²).

5. Defeitos na Superfície:

5.1. Exsudação: excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento. Superfície brilhosa que reflete que nem um vidro que pode ser pegajosa ao toque. Formada geralmente nas trilhas de roda.

Nível de Severidade:

5.1.1. Baixa: mudança de coloração em relação ao restante do pavimento devido ao excesso de asfalto.

5.1.2. Média: perda de textura superficial. Superfície do pavimento com textura espelhada por excesso de asfalto.

5.1.3. Alta: excesso de asfalto dando ao pavimento uma superfície com aparência brilhante; marcas de pneus evidentes em tempo quente; agregados cobertos pelo asfalto.

Como medir: registrar a área afetada (m²) por cada nível de severidade

5.2. Agregado Polido:

Polimento(desgaste) dos agregados e do ligante betuminoso e exposição dos agregados graúdos.

Comprometimento da segurança: redução do coeficiente de atrito pneu-pavimento.

Nível de Severidade: não é aplicado.

Níveis de polimento podem ser associados à redução no coeficiente de atrito pneu-pavimento.

Como medir: É medido em m² da área da superfície afetada.

5.3. Desagregação(m²) – desgaste da superfície do pavimento num concreto asfáltico de mistura a quente de alta qualidade. Causado pela perda de adesividade do ligante betuminoso e desalojamento dos agregados. Envelhecimento, endurecimento, oxidação, volatilização, intemperização.

Nível de Severidade:

5.3.1. Baixa: início do desgaste, com perdas de agregados miúdos – não progredindo significativamente.

5.3.2. Média: textura superficial torna-se áspera, com perda de agregados miúdos e de alguns grúdos.

5.3.3. Alta: textura superficial muito áspera, com perda de agregados graúdos.

Como medir: registrar a área afetada (m²) por cada nível de severidade.

6. Miscelânea de Defeitos:

6.1. Degrau (desnível) entre pista e acostamento: diferença de elevação entre a faixa de tráfego e o acostamento.

Pode ser causado por:

Camadas sucessivas de revestimento asfáltico

Erosão de acostamento não pavimentado

Consolidação diferencial

Nível de Severidade: não é aplicado. É medido o desnível em (mm) com intervalos de 15m

Como medir: registrar o desnível (mm) a cada 15m, ao longo da interface pista-acostamento. Associar intervalos de variação a níveis de severidade.

6.2 Bombeamento (m)

Saída de água pelas trincas do pavimento sob a ação das cargas do tráfego.

Identificado pela deposição, à superfície, de material carreado das camadas inferiores.

Nível de Severidade: não aplicáveis porque o bombeamento depende do teor de umidade das camadas inferiores do pavimento e das cargas aplicadas.

Como medir: registrar o número de ocorrência e a extensão afetada (m).

Manual de Campo Vizir

OBS: Notas para os tipos de defeitos:

Se não tiver fissura, deformação ou reparação, então nota = 0

Índice de Fissuração If	Extensão	0 a 10%	10 a 50%	> 50%
	Gravidade			
	1	1	2	3
	2	2	3	4
3	3	4	5	

Índice de Deformação Id	Extensão	0 a 10%	10 a 50%	> 50%
	Gravidade			
	1	1	2	3
	2	2	3	4
3	3	4	5	

Correção por Reparação	Extensão	0 a 10%	10 a 50%	> 50%
	Gravidade			
	1	0	0	0
	2	0	0	1
3	0	1	1	

OBS: Se tiver 2 tipos de defeitos no mesmo arco, considera-se o de maior gravidade.

Manual de Campo SHRP

1. Trincas:

1.1. Trincas por fadiga do revestimento

Ocorre em áreas sujeitas a repetição de tráfego pesado, com espaçamento entre as trincas inferior a 30 cm.

Níveis de Severidade

1.1.1. Baixa: poucas trincas conectadas, sem erosão nos bordos e sem evidência de bombeamento.

1.1.2. Média: trincas conectadas e bordos levemente erodidos, mas sem evidências de bombeamento,

1.1.3. Alta: trincas erodidas nos bordos, movimentação dos blocos quando submetidos ao tráfego e com evidências de bombeamento.

Como medir: registrar a área afetada(m²) por cada nível de severidade.

1.2. Trincas em Bloco

Trincas que dividem o pavimento em pedaços aproximadamente retangulares. Variam em tamanho de aproximadamente 0,1 até 10m².

Níveis de Severidade

1.2.1. Baixa: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições.

1.2.2. Média: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa.

1.2.3. Alta: trincas com abertura média superior a 19mm ou trincas com abertura média inferior a 19mm mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.

Como medir: registrar a área afetada(m²) por cada nível de severidade.

1.3. Trincas de Borda

Aplica-se somente para pavimentos com acostamentos não pavimentados. Trincas contínuas que interceptam a borda do pavimento e estão localizadas dentro de uma faixa de 0,6 m a partir da extremidade do pavimento.

Inclui trincas longitudinais localizadas fora da trilha de roda.

Níveis de Severidade

1.3.1. Baixa: sem perda de material ou despedaçamento.

1.3.2. Média: perda de material e despedaçamento em até 10% da extensão afetada.

1.3.3. Alta: perda de material e despedaçamento em mais de 10% da extensão afetada.

Como medir: registrar a extensão afetada(m) por cada nível de severidade.

1.4. Trincas Longitudinais:

Trincas predominantemente paralelas ao eixo. Localizada dentro da pista (trilha de roda ou não)

Níveis de Severidade

1.4.1. Baixa: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições.

1.4.2. Média: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa.

1.4.3. Alta: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.

Como medir: registrar a extensão(m) das trincas longitudinais e os níveis de severidade correspondentes.

1.5. Trincas por reflexão nas juntas: reflexão de trincas ou juntas das camadas inferiores.

Níveis de Severidade

1.5.1. Baixa: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições.

1.5.2. Média: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa.

1.5.3. Alta: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.

Como medir: registrar, em separado, as trincas transversais e longitudinais. Registrar o número de trincas transversais. Fazer o registro da extensão das trincas e os níveis de severidade. Registrar a extensão com selante em boas condições.

1.6. Trincas Transversais: trincas predominantemente perpendiculares ao eixo do pavimento.

Níveis de Severidade: adotar a mais elevada, desde que represente pelo menos 10% da extensão.

1.6.1. Baixa: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições.

1.6.2. Média: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa.

1.6.3. Alta: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.

Como medir: registrar o número de trincas, a extensão e os níveis de severidade correspondentes. Registrar a extensão com selante em boas condições.

2. Remendos: parte da superfície do pavimento, maior que 0,1 m², removido e substituída ou material adicional aplicado ao pavimento após a construção inicial.

Níveis de Severidade

Em função da severidade dos defeitos apresentados pelo remendo.

Como medir: registrar o número de remendos e a área afetada (m²) por cada nível de severidade.

3. Painelas: buracos de vários tamanhos na superfície do pavimento, com dimensão mínima de 15 cm.

Profundidade: valor máximo, medido a partir da superfície do pavimento.

Níveis de Severidade

3.1. Baixa: panela com profundidade menor que 25 mm.

3.2. Média: panela com profundidade entre 25 e 50 mm.

3.3. Alta: panela com profundidade maior que 50 mm.

Como medir: registrar o número de painelas e a área afetada por cada nível de severidade.

4. Deformação da Superfície

4.1. Deformação permanente: Depressão longitudinal nas trilhas de roda.

Pode estar associada a deslocamentos transversais (cisalhamento)

Nível de Severidade: não é aplicado.

Substituídos pelas medições da deformação permanente a cada 15m.

Como medir: registrar a máxima deformação permanente (mm), nas duas trilhas de roda.

4.2. Deformação por deslocamento da superfície (m²) - Corrugação

Deslocamento longitudinal de uma área localizada da superfície do pavimento, causada por esforços tangenciais (frenagem ou aceleração) em rampas, curvas ou cruzamentos. Também pode ter um deslocamento vertical associado.

Nível de Severidade: não aplicado. São associados aos efeitos sobre a qualidade do rolamento.

Como medir: registrar o número de ocorrências e a área afetada (m²).

5. Defeitos na Superfície:

5.1. Exsudação: excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento. Superfície brilhosa que reflete que nem um vidro que pode ser pegajosa ao toque. Formada geralmente nas trilhas de roda.

Nível de Severidade:

5.1.1. Baixa: mudança de coloração em relação ao restante do pavimento devido ao excesso de asfalto.

5.1.2. Média: perda de textura superficial. Superfície do pavimento com textura espelhada por excesso de asfalto.

5.1.3. Alta: excesso de asfalto dando ao pavimento uma superfície com aparência brilhante; marcas de pneus evidentes em tempo quente; agregados cobertos pelo asfalto.

Como medir: registrar a área afetada (m²) por cada nível de severidade

5.2. Agregado Polido:

Polimento (desgaste) dos agregados e do ligante betuminoso e exposição dos agregados graúdos.

Comprometimento da segurança: redução do coeficiente de atrito pneu-pavimento.

Nível de Severidade: não é aplicado.

Níveis de polimento podem ser associados à redução no coeficiente de atrito pneu-pavimento.

Como medir: É medido em m² da área da superfície afetada.

5.3. Desagregação(m²) – desgaste da superfície do pavimento num concreto asfáltico de mistura a quente de alta qualidade. Causado pela perda de adesividade do ligante betuminoso e desalojamento dos agregados. Envelhecimento, endurecimento, oxidação, volatilização, intemperização.

Nível de Severidade:

5.3.1. Baixa: início do desgaste, com perdas de agregados miúdos – não progredindo significativamente.

5.3.2. Média: textura superficial torna-se áspera, com perda de agregados miúdos e de alguns grúdos.

5.3.3. Alta: textura superficial muito áspera, com perda de agregados graúdos.

Como medir: registrar a área afetada (m²) por cada nível de severidade.

6. Miscelânea de Defeitos:

6.1. Degrau (desnível) entre pista e acostamento: diferença de elevação entre a faixa de tráfego e o acostamento.

Pode ser causado por:

Camadas sucessivas de revestimento asfáltico

Erosão de acostamento não pavimentado

Consolidação diferencial

Nível de Severidade: não é aplicado. É medido o desnível em (mm) com intervalos de 15m

Como medir: registrar o desnível (mm) a cada 15m, ao longo da interface pista-acostamento. Associar intervalos de variação a níveis de severidade.

6.2 Bombeamento (m)

Saída de água pelas trincas do pavimento sob a ação das cargas do tráfego.

Identificado pela deposição, à superfície, de material carreado das camadas inferiores.

Nível de Severidade: não aplicáveis porque o bombeamento depende do teor de umidade das camadas inferiores do pavimento e das cargas aplicadas.

Como medir: registrar o número de ocorrência e a extensão afetada (m).

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE DEGRADAÇÃO

Se não tiver fissura nem deformação 0

Índice de Fissuração If	Gravidade	Extensão		
		0 à 10%	10 à 50%	>50%
1	1	1	2	3
2	2	2	3	4
3	3	3	4	5

Índice de Deformação Id	Gravidade	Extensão		
		0 à 10%	10 à 50%	>50%
1	1	1	2	3
2	2	2	3	4
3	3	3	4	5

Id	If			
	0	1-2	3	4-5
0	1	2	3	4
1-2	3	3	4	5
3	4	5	5	6
4-5	5	6	7	7

Gravidade	Extensão		
	0 à 10%	10 à 50%	>50%
1	0	0	0
2	0	0	+1
3	0	+1	+1

Correção por reparação

Índice de Degradação da Superfície
Is
Nota de 1 à 7

Nota final

NDDefe1	NDDefe2	ICP1	ICP2	intervalo1	intervalo2
2	1	83,27	99,74	2	1
2	0	81,35	97,07	2	1
0	1	88,68	95,12	1	1
2	0	68,1	98,57	3	1
2	0	90,72	97,62	1	1
2	1	98,46	97,78	1	1
3	2	97,22	98,92	1	1
0	0	93,51	96,8	1	1
0	0	98,54	99,41	1	1
0	0	100	100	1	1
0	0	96,71	97,29	1	1
1	0	96,42	99,91	1	1
2	0	97,51	97,87	1	1
0	2	99,39	99,84	1	1
0	0	99,45	99,69	1	1
0	0	99,4	99,67	1	1
0	0	99,65	99,81	1	1
0	0	100	100	1	1
0	0	100	100	1	1
0	0	99,87	99,94	1	1

MÉTODO DE AVALIAÇÃO VIZIR

Numero	AVALIADOR	SECAO	COMPR	LARG	AREA	Fissuras				Deformação				Reparação				NotaVizir	
						PercF	AreaF	GravF	NotaF	PercD	AreaD	GravD	NotaD	PercR	AreaR	GravR	NotaR		Atotaldef
1	Cristiano	10754	166,0	12,0	1992,0	5%	99,60	1	1	30%	597,60	1	2	5%	99,60	2	0	796,80	3
2	Cristiano	10748	51,0	10,0	510,0	5%	25,50	2	2	5%	25,50	3	3	3%	15,30	2	0	66,30	5
3	Cristiano	10736	71,0	10,0	710,0	3%	21,30	3	3	30%	213,00	3	4	0%	0,00	0	0	234,30	7
4	Cristiano	10726	82,0	11,0	902,0	2%	18,04	3	3	3%	27,06	3	3	15%	135,30	1	0	180,40	5
5	Cristiano	10701	47,0	11,0	517,0	3%	15,51	2	2	0%	0,00	0	0	10%	51,70	1	0	67,21	2
6	Cristiano	10683	124,0	11,0	1364,0	5%	68,20	2	2	0%	0,00	0	0	1%	13,64	1	0	81,84	2
7	Cristiano	10654	114,0	11,0	1254,0	3%	37,62	1	1	30%	376,20	1	2	20%	250,80	2	0	664,62	3
8	Cristiano	10653	58,0	11,0	638,0	15%	95,70	1	2	25%	159,50	3	4	2%	12,76	3	0	267,96	6
9	Cristiano	12326	107,0	9,0	963,0	5%	48,15	1	1	0%	0,00	0	0	2%	19,26	3	0	67,41	2
10	Cristiano	12360	130,0	9,0	1170,0	2%	23,40	1	1	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	23,40	2
11	Cristiano	12575	86,9	18,0	1564,2	20%	312,84	2	3	5%	78,21	1	1	60%	938,52	2	1	1329,57	5
12	Cristiano	18	15,2	9,0	136,8	0%	0,00	0	0	3%	4,10	1	1	20%	27,36	1	0	31,46	3
13	Cristiano	12737	50,3	9,0	452,7	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	20%	90,54	1	0	90,54	1
14	Cristiano	12625	30,5	9,0	274,5	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	10%	27,47	2	0	27,47	1
15	Cristiano	13659	39,3	8,9	349,4	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	3%	10,48	3	0	10,48	1
16	Cristiano	41	31,7	9,3	294,3	0%	0,00	0	0	3%	8,83	1	1	10%	29,43	1	0	38,26	3
17	Cristiano	34	51,1	9,1	465,0	5%	23,25	1	1	6%	27,90	1	1	15%	69,75	1	0	120,90	3
18	Cristiano	12617	88,7	10,2	900,5	5%	45,03	3	3	0%	0,00	0	0	5%	45,03	3	0	90,05	3
19	Cristiano	12667	28,9	19,6	566,4	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
20	Cristiano	12716	71,0	10,2	725,6	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	5%	36,28	1	0	36,28	1
21	Cristiano	12888	45,8	10,0	457,5	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
22	Cristiano	12940	92,4	10,8	997,9	40%	399,17	1	2	10%	99,79	3	3	0%	0,00	0	0	498,96	5
23	Cristiano	13388	102,9	7,0	720,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	5%	36,00	3	0	36,00	1
24	Cristiano	13016	103,5	7,0	724,2	0%	0,00	0	0	1%	7,24	1	1	5%	36,21	2	0	43,45	3
25	Cristiano	13089	44,5	11,0	489,5	0%	0,00	0	0	10%	48,95	2	3	0%	0,00	0	0	48,95	4
26	Franki	10828	141,0	10,0	1410,0	20%	282,00	3	4	30%	423,00	2	3	35%	493,50	1	0	1198,50	6
27	Franki	10880	16,0	11,0	176,0	50%	88,00	2	3	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	88,00	3
28	Franki	10873	105,0	14,0	1470,0	5%	73,50	2	2	25%	367,50	3	4	10%	147,00	3	0	588,00	6
29	Franki	10933	217,0	8,0	1736,0	2%	34,72	2	2	25%	434,00	3	4	0%	0,00	0	0	468,72	6
30	Franki	11067	256,0	11,0	2816,0	5%	140,80	3	3	40%	1126,40	3	4	10%	281,60	3	0	1548,80	7
31	Franki	11848	129,0	7,0	903,0	2%	18,06	1	1	0%	0,00	0	0	5%	45,15	2	0	63,21	2
32	Franki	12284	87,0	9,0	783,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
33	Franki	11593	149,0	7,0	1043,0	10%	104,30	3	3	10%	104,30	1	1	20%	208,60	2	0	417,20	4
34	Franki	11016	110,0	8,0	880,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	2%	17,60	1	0	17,60	1
35	Franki	11041	118,0	9,0	1062,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	3%	31,86	2	0	31,86	1
36	Franki	11544	166,6	17,0	2832,2	15%	424,83	2	3	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	424,83	3
37	Franki	13164	233,6	7,1	1658,6	1%	16,59	2	2	0%	0,00	0	0	5%	82,93	2	0	99,51	2
38	Franki	13195	202,9	7,1	1440,6	2%	28,81	3	3	10%	144,06	1	1	5%	72,03	2	0	244,90	4
39	Franki	12928	108,9	7,0	762,3	3%	22,87	2	2	10%	76,23	1	1	10%	76,23	1	0	175,33	3
40	Franki	12849	67,8	7,5	508,5	3%	15,26	2	2	0%	0,00	0	0	3%	15,26	2	0	30,51	2
41	Franki	12956	28,7	7,1	202,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
42	Franki	12693	31,0	3,0	93,0	0%	0,00	0	0	10%	9,30	1	1	0%	0,00	0	0	9,30	3
43	Franki	60	45,4	6,1	276,9	2%	5,54	3	2	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	5,54	2
44	Franki	12899	36,0	6,1	217,5	4%	8,70	2	1	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	8,70	2
45	Franki	12845	58,4	10,1	590,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
46	Franki	49	25,8	10,2	261,9	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
47	Franki	48	53,5	10,2	543,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
48	Franki	12494	243,8	9,0	2194,2	5%	109,71	2	2	0%	0,00	0	0	3%	65,83	2	0	175,54	2
49	José Marcos	10889	28,0	6,0	168,0	0%	0,00	0	0	20%	33,60	3	3	20%	33,60	2	0	67,20	4
50	José Marcos	12935	38,0	6,0	228,0	0%	0,00	0	0	50%	114,00	3	3	0%	0,00	0	0	114,00	4
51	José Marcos	12389	60,0	5,0	300,0	10%	30,00	3	3	0%	0,00	0	0	10%	30,00	3	0	60,00	3
52	José Marcos	169	26,0	5,0	130,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	15%	19,50	2	0	19,50	1
53	José Marcos	163	77,0	5,0	385,0	5%	19,25	1	1	0%	0,00	0	0	20%	77,00	2	0	96,25	2
54	José Marcos	162	86,0	3,0	258,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	30%	77,40	3	1	77,40	2
55	José Marcos	12488	63,0	5,0	315,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	5%	15,75	2	0	15,75	1
56	José Marcos	12478	91,0	7,0	637,0	5%	31,85	2	2	0%	0,00	0	0	10%	63,70	3	0	95,55	2
57	José Marcos	12472	96,0	5,0	480,0	0%	0,00	0	0	5%	24,00	3	3	40%	192,00	3	1	216,00	5
58	José Marcos	12383	76,0	5,0	380,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	10%	38,00	2	0	38,00	1
59	José Marcos	11769	36,0	4,0	144,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	5%	7,20	1	0	7,20	1
60	José Marcos	133	44,3	7,0	310,1	5%	15,51	2	2	5%	15,51	3	3	5%	15,51	2	0	46,52	5
61	José Marcos	180	20,6	6,8	140,1	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	10%	14,01	3	1	14,01	2
62	José Marcos	221	16,4	5,9	96,5	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
63	José Marcos	241	10,8	6,0	64,8	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
64	José Marcos	277	27,7	7,8	216,1	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	5%	10,80	1	0	10,80	1
65	José Marcos	404	20,0	5,9	118,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
66	José Marcos	12091	36,0	6,0	216,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
67	José Marcos	12180	50,5	5,0	252,5	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
68	José Marcos	12188	97,5	7,0	682,5	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
69	José Marcos	12212	31,3	8,0	250,4	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	40%	100,16	3	1	100,16	2
70	José Marcos	12241	118,3	4,0	473,2	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	5%	23,66	2	0	23,66	1
71	José Marcos	12305	45,3	6,8	308,0	20%	61,61	3	4	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	61,61	4
72	José Marcos	12346	25,5	7,1	181,1	0%	0,00	0	0	5%	9,05	1	1	5%	9,05	1	0	18,11	3
73	José Marcos	12394	59,8	5,1	305,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	10%	30,50	1	0	30,50	1
74	José Marcos	12411	14,1	5,1	71,2	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	5%	3,56	1	0	3,56	1
75	José Marcos	12324	33,6	5,1	171,4	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	10%	17,14	1	0	17,14	1
76	José Marcos	12242	70,0	6,0	420,0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	0,00	1
77	Luciane	12120	54,3	7,3	396,4	25%	99,10	3	4	0%	0,00	0	0	0%	0,00	0	0	99,10	4
78	Luciane	12261	17,5	7,0</															

MÉTODO DE AVALIAÇÃO SHRP

TempoVizir Facil	AreaTrincas	NDT	AreaRemendos		AreaPainelas		AreaDeform		AreaDefeitos		Atotaldef	ICP	Intervalo	TempoSHRP
			NDR		NDP		NDDefor		NDDefeit					
90	29,88	1	72,00	2	0,7	3	0	0	300	3	402,58	83,23	1	180
280	10,20	1	0,00	0	0,2	3	0	0	0	0	10,40	99,39	1	560
250	13,10	1	0,00	0	0	0	0	0	7,5	3	20,60	98,14	1	450
240	12,75	1	0,30	3	0	0	0	0	12	3	25,05	98	1	180
120	7,20	2	0,00	0	0,3	3	0	0	30	3	37,50	93,89	1	180
120	10,58	2	0,00	0	0,00	0	0	0	86	3	96,58	93,63	1	300
240	8,67	1	0,30	1	2,50	1	0	0	60	3	71,47	95,11	1	480
180	19,95	1	0,00	0	1,00	1	0	0	10	3	30,95	97,56	1	240
90	1,23	1	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	1,23	99,96	1	180
60	16,20	1	9,00	3	0,00	0	0	0	0	0	25,20	98,89	1	60
	1016,05	2	44,00	3	0,40	2	0	0	1096,1	2	2156,55	16,25	5	
	0,00	0	3,00	1	0,00	0	0	0	10	3	13,00	84,67	1	
	0,00	0	0,00	0	1,00	3	0	0	0	0	1,00	99,8	1	
	3,00	1	13,00	3	0,00	0	0	0	0	0	16,00	96,78	1	
	0,00	0	4,00	1	1,00	3	0	0	0	0	5,00	99,33	1	
	7,20	1	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	7,20	87,83	1	
	6,20	1	1,00	2	2,00	3	0	0	0	0	9,20	99,04	1	
	9,00	1	7,00	3	0,50	1	0	0	0	0	16,50	98,69	1	
	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0	3	3	3,00	99,49	1	
	0,00	0	1,00	1	0,00	0	0	0	10	1	11,00	99,54	1	
	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0	20	1	20,00	98,67	1	
	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00	100	1	
	0,00	0	5,50	2	0,00	0	0	0	357	2	362,50	69,56	2	
	0,00	0	17,00	1	0,00	0	0	0	721	1	738,00	69,21	2	
	326,50	1	8,00	3	2,00	3	0	0	0	0	336,50	64,46	2	
150	72,50	3	1,00	2	0,00	0	0	0	1200	3	1273,50	21,96	4	300
280	31,50	3	0,00	0	0,00	0	0	0	150	3	181,50	4,87	5	60
60	3,00	3	14,00	3	0,00	0	30	3	1400	3	1447,00	12,07	5	560
60	16,20	3	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	16,20	99,2	1	240
120	45,75	3	8,00	3	4,50	3	0	0	0	0	58,25	98,07	1	360
180	0,00	0	55,00	3	0,00	0	10	3	0	0	65,00	93,69	1	120
45	15,00	2	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	15,00	98,86	1	45
60	12,00	3	2,00	1	0,00	0	0	0	0	0	14,00	98,9	1	90
60	0,00	0	0,00	0	1,50	2	0	0	0	0	1,50	99,9	1	120
60	7,00	2	9,00	2	0,00	0	0	0	0	0	16,00	99,1	1	60
	1714,70	2	9,00	2	0,00	0	0	0	2822	2	4545,70	2,33	5	
	15,30	1	15,00	1	1,00	3	220	1	0	0	251,30	94,54	1	
	55,30	1	14,00	1	0,50	3	400	1	28	1	497,80	88,73	1	
	30,80	2	4,00	2	2,00	1	0	0	0	0	36,80	97,24	1	
	5,00	3	4,00	2	2,50	3	0	0	10	1	21,50	96,58	1	
	3,60	1	1,00	1	1,00	1	0	0	0	0	5,60	99,14	1	
	0,00	0	0,00	0	1,00	3	0	0	0	0	1,00	99,03	1	
	5,55	2	0,00	0	0,00	0	0	0	270	2	275,55	38,77	4	
	5,00	3	0,00	0	0,20	3	0	0	210	1	215,20	67,77	2	
	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00	100	1	
	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00	100	1	
	6,70	1	39,00	2	2,00	3	0	0	1	1	48,70	98,62	1	
	0,00	0	0,00	0	0,00	0	18	2	0	0	18,00	93,57	1	
	0,00	0	0,00	0	0,00	0	38	1	0	0	38,00	95	1	
	37,88	3	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	37,88	88,5	1	
	3,15	3	0,00	0	0,00	0	0	0	0,5	1	3,65	98,03	1	
	0,15	1	56,00	3	0,00	0	0	0	2,5	1	58,65	88,9	1	
	0,00	0	42,00	3	0,00	0	0	0	0	0	42,00	87,61	1	
	0,00	0	7,00	2	0,00	0	0	0	0	0	7,00	98,97	1	
	1,20	2	27,00	3	0,75	2	0	0	15	3	43,95	94,78	1	
	1,95	1	29,50	2	9,50	3	0	0	32	2	72,95	90,98	1	
	0,75	2	24,50	3	0,00	0	0	0	75,5	1	100,75	88,4	1	
	0,00	0	3,00	2	0,00	0	0	0	144	2	147,00	38,75	4	
	2,00	2	14,00	3	0,00	0	0	0	0	0	16,00	95,76	1	
	0,00	0	5,00	3	0,00	0	0	0	120	1	125,00	66,25	2	
	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00	100	1	
	0,00	0	11,00	2	0,00	0	0	0	0	0	11,00	83,5	1	
	0,00	0	3,90	2	0,80	1	0	0	216,06	2	220,76	38,79	4	
	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00	100	1	
	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00	100	1	
	0,00	0	4,00	2	0,30	1	0	0	0	0	4,30	99,24	1	
	0,00	0	0,00	0	1,80	1	0	0	38,8	3	40,60	94,71	1	
	0,00	0	37,50	3	0,00	0	0	0	0	0	37,50	86,39	1	
	0,00	0	26,00	3	8,50	3	0	0	0	0	34,50	93,93	1	
	21	3	0,00	0	0,00	0	0	0	270	1	291,00	62,67	2	
	0	0	11,50	2	1,00	3	0	0	0	0	12,50	95,8	1	
	0,9	1	8,50	1	0,00	0	0	0	295	1	304,40	68,79	2	
	0	0	4,50	1	0,00	0	0	0	70	1	74,50	68,07	2	
	0	0	1,30	2	0,00	0	0	0	165	3	166,30	24,53	4	
	0	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00	100	1	
	49,1	3	0,00	0	0,00	0	9	3	0	0	58,10	88,25	1	
	70	3	0,00	0	0,00	0	0	0	50	2	120,00	24,08	4	
	250	3	0,00	0	0,00	0	0	0	100	2	350,00	21,1	4	
	100	3	0,00	0	0,00	0	0	0	94,6	2	194,60	23,66	4	
	0,74	2	0,00	0	0,10	2	0	0	262	1	262,84	57,73	3	
	0	0	5,00	3	0,00	0	0	0	0	0	5,00	98,03	1	
	0,3	1	4,00	3	0,00	0	0	0	104	2	108,30	51,22	3	
	6,3	2	0,00	0	0,60	2	0	0	12	1	18,90	97,4	1	
	0	0	3,00	2	0,00	0	0	0	196	1	199,00	69,01	2	
	0	0	8,00	2	0,00	0	0	0	267	1	275,00	68,2	2	
	0	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00	100	1	
	0	0	33,00	2	0,30	3	0	0	0	0	33,30	95,76	1	
	0	0	6,50	3	0,00	0	0	0	145	1	151,50	66,88	2	
	0	0	41,50	1	0,00	0	0	0	180	2	221,50	29,53	4	
	0	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00	100	1	
	2,1	2	91,00	2	0,00	0	0	0	1012,72	1	1105,82	64,53	2	
	0	0	0,00	0	32,00	3	0	0	542,1	2	574,10	16,65	5	
	0	0	140,00	1	0,00	0	0	0	812,4	1	952,40	64,36	2	
	0	0	13,00	1	0,00	0	0	0	81,8	2	94,80	31,98	4	
	0	0	13,00	1	0,30	2	0	0	102	2	115,30	29,81	4	
	0	0	10,50	1	0,50	1	0	0	208,32	2	219,32	34,69	4	
	0	0	12,00	2	0,00	0	0	0	150	3	162,00	26,92	4	
	1	2	37,75	1	0,10	2	0	0	570	1	608,85	61,61	2	
	0	0	51,00	2	0,50	2	0	0	0	0	51,50	87,88	1	
	0,9	2	0,00	0	1,00	2	0	0	4	2	5,90	93,42	1	
	0	0	0,00	0	0,00	0	0	0	170	1	170,00	70	2	
	1,5	2	15,00	3	0,00	0	0	0	105	1	121,50	53,71	3	
	0	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00	100	1	

4093,53

1160,55

85,85

725

15426,9

21491,83