

MATHEUS MACEDO DOS SANTOS

**ANALISE DE PATOLOGIAS EM VIA URBANA ARTERIAL DE
SÃO CARLOS - SP**

**SÃO CARLOS
2019**

MATHEUS MACEDO DOS SANTOS

ANALISE DE PATOLOGIAS EM VIA URBANA ARTERIAL DE SÃO CARLOS - SP

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Graduação de Engenharia Civil do Centro Universitário Central Paulista, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Ma. Elaine Rodrigues Ribeiro

SÃO CARLOS

2019

Dedico esse trabalho a minha família, minha mãe, minha esposa Juliana e meu filho Miguel.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, em especial a minha esposa Juliana, e meu filho Miguel que sempre estiveram junto comigo me apoiando durante esse período. A minha mãe e meu irmão que sempre me incentivaram a me desenvolver. Aos meus amigos do curso de engenharia civil que me apoiaram durante essa jornada. Aos docentes do curso de engenharia civil do Centro Universitário Central Paulista - UNICEP que me prepararam durante essa trajetória, em especial para minha orientadora Prof.^a Elaine Rodrigues Ribeiro que viabilizou a efetivação e apresentação deste trabalho.

“. Até você se tornar consciente, o inconsciente irá dirigir sua vida e você vai chamá-lo de destino.”

Carl Jung

SUMÁRIO

SUMÁRIO	VI
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	VIII
LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS	X
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XII
RESUMO.....	XIV
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 JUSTIFICATIVA	16
1.2 OBJETIVO	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 PAVIMENTOS.....	17
2.1.1 FLEXÍVEL	17
2.1.2 SEMI-RÍGIDO.....	18
2.1.3 RÍGIDO.....	19
2.2 GERÊNCIA DE PAVIMENTOS	20
2.2.1 AVALIAÇÃO OBJETIVA.....	22
2.2.2 AVALIAÇÃO SUBJETIVA.....	26
2.3 PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS	28
2.3.1 FENDA	28
2.3.1.1 FISSURA.....	29
2.3.1.2 TRINCA	29
2.3.2 AFUNDAMENTO.....	31
2.3.2.1 AFUNDAMENTO PLÁSTICO	32
2.3.2.2 AFUNDAMENTO DE CONSOLIDAÇÃO	32
2.3.3 ONDULAÇÃO OU CORRUGAÇÃO	33
2.3.4 ESCORREGAMENTO.....	33
2.3.5 EXSUDAÇÃO.....	34
2.3.6 DESGASTE	34
2.3.7 PANELA OU BURACO.....	35
2.3.8 REMENDO	35
2.3.8.1 REMENDO PROFUNDO.....	36
2.3.8.2 REMENDO SUPERFICIAL.....	36

2.3.8.3 CONCEITOS DE DEGRADAÇÃO DO PAVIMENTO.....	37
3 MATERIAIS E MÉTODOS	38
3.1 MATERIAL	38
3.1.1 DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.....	38
3.1.2 LEVANTAMENTOS DAS PATOLOGIAS	39
3.2.1 AVALIAÇÃO OBJETIVA DO PAVIMENTO	39
4 RESULTADOS.....	41
4.1 IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS	41
4.2 AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO	45
5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	48
5.1 ANÁLISE DOS ESCORREGAMENTOS	48
5.2 ANÁLISE DOS DESGASTES.....	49
5.3 ANÁLISE DAS ONDULAÇÕES.....	49
5.4 ANÁLISE DOS REMENDOS.....	50
5.5 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS.....	52

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Pavimento flexível.....	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 2 - Pavimento flexível -Execução</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 3 - Pavimento semi flexível</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 4 - Pavimento Rígido</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 5 - Asfalto rígido - Execução</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 6 - Fluxograma dos componentes de um sistema de gerência de pavimentos</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 7 - parâmetros IGG</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 8 - anexo C</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 9 - Defeitos considerados na avaliação objetiva de pavimentos urbanos</u> .	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 10 - Figura 10 - Curva de desempenho</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 11 - TRINCAS</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 12 - Trinca transversal</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 13 - Trinca longitudinal</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 14 - Trinca de retração</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 15 - afundamento de trilha de roda</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 16 - AFUNDAMENTO PLÁSTICO</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 17 - Afundamento por consolidação</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 18 - Ondulação</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 19 - Escorregamento</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 20 - Exsudação</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 21 - Desgaste</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 22 - PANELA OU BURACO</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 23 - Remendo mal executado</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 24 - REMENDO BEM EXECUTADO</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 25 - REMENDOS</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 26 - REMENDO PROFUNDO</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 27 - REMENDO SUPERFICIAL</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 28 - Área de estudo</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 29 - Detalhe esquemático das estações</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 30 - Remendos</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 31 - Fissuras</u>	Erro! Indicador não definido.

<u>Figura 32 - Trincas interligadas - “Jacaré”</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 33 - Escorregamento</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 34 - Desgaste</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura 35 - conceitos de Degradação do Pavimento</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura undefined - Escorregamento</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura undefined - Desgastes</u>	Erro! Indicador não definido.
<u>Figura undefined - Ondulações</u>	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1 - Tabela 01 -Inventário do estado da superfície do pavimento..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2 - Cálculo do Índice de Gravidade Global **Erro! Indicador não definido.**

Gráfico 1 - Incidência das patologias presentes no trecho **Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CA Coeficiente de Atividade

DER Departamento de Estradas de Rodagem

DNER Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

HRB Highway Research Board

MCT Miniatura Compactada Tropical

MCV Moisture Condition Value

NBR Norma Brasileira Registrada

LVC Índice de Gravidade Global Expedito

LISTA DE SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

DER – Departamento de Estradas de Rodagem

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes

Fa – Frequência Absoluta de cada Tipo de Defeito

FI – Frequência

Foap – Frequência do Conjunto de Deformações (oap)

Fp – Fator de Ponderação

Fpr – Frequência (quantidade por quilômetro) de Panelas (p) e Remendos (r)

Fr – Frequência Relativa de cada Tipo de Defeito

Ft – Frequência

ICF – Índice de Condição Funcional

ICP – Índice de Condição do Pavimento

ICPF – Índice de Condição de Pavimento Flexível

ID – Identificação

IDS – Índice de Defeitos de Superfície

IES – Índice do Estado da Superfície

IGGE – Índice de Gravidade Global Expedido

IGI – Índice de Gravidade Individual

IGG – Índice de Gravidade Global

IP – Índice de Priorização

LVC – Levantamento Visual Contínuo

M&R – Manutenção e Reabilitação

N – Número de Estações Inventariadas

Poap – Peso do Conjunto de Deformações (oap)

Ppr – Peso do Conjunto de Painéis (p) e Remendos (r)

Pt – Peso do Conjunto Trincas (t)

SGP – Sistema de Gerência de Pavimentos

SGPU – Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos

SIG – Sistema de Informações Geográficas

TB – Trinca em Bloco

TR – Trinca Isolada

RESUMO

No trabalho apresenta-se vias urbanas com patologias em São Carlos que tem como causa: problemas no pavimento devido à má execução, gerando desconforto e insegurança aos usuários da via. O objetivo é identificar as causas e soluções para as patologias de pavimentos asfálticos onde será mostrado neste trabalho vários conectivos entre cada item para que no final fique evidente a causa das dificuldades em São Carlos e também uma resposta com a solução.

Palavras-chave: pavimento asfáltico; patologias.

1 INTRODUÇÃO

Pavimentos são os meios mais importantes de conectividade no mundo, além de sua função principal que é permitir que as pessoas viajem, isso faz com que elas se comuniquem de diferentes pontos; pavimentos também são um ativo usado pelos setores público e privado para reduzir os custos de transação, especialmente para os mercados domésticos (Bernucci et al 2010).

Os pavimentos poderiam ser definidos como estruturas sobre camadas superpostas de materiais processados acima do terreno natural, a fim de distribuir as cargas aplicadas ao subleito.

Atualmente, existem vários métodos de pavimentação. Estes, graças aos avanços no desenvolvimento de novos materiais de construção, evoluíram para obter sistemas capazes de proporcionar uma longa vida útil com baixa manutenção. Dependendo do uso para o qual um pavimento será usado, será necessário escolher o material mais adequado para ele, seja um pavimento rígido ou flexível. Dado que o denominador comum para ambos é que eles têm uma boa capacidade de suporte contra a atuação de cargas, um tem uma série de benefícios versus o outro, e vice-versa.

Neste sentido, um pavimento rígido é um pavimento constituído por uma laje de cimento Portland que repousa sobre a base ou uma camada de sub-base. Transmite diretamente os esforços para o chão de maneira minimizada. Já um pavimento flexível é um pavimento feito por uma camada de asfalto aplicada sobre uma camada de base e uma camada de sub-base.

É comum surgir a pergunta sobre qual opção é a melhor entre um pavimento rígido e um flexível. Para dizer a verdade, não há, de forma generalizada, uma resposta a esta pergunta. As variáveis que intervêm na escolha do tipo de pavimento devem ser levadas em consideração, para as quais uma alternativa pode ser melhor que outra sob as mesmas circunstâncias. Na prática não é incomum ver que a solução de menor custo é escolhida, mas apenas considerando a variável de construção, sem avaliar uma série de alternativas como a manutenção.

1.1 JUSTIFICATIVA

Através dos anos, o crescimento urbano do município de São Carlos/SP, juntamente com o desenvolvimento econômico da cidade resultou em um grande aumento da frota de veículos que trafegam pela malha viária são-carlense, além disso destaca-se o intenso uso do transporte coletivo. Em decorrência disso e de intempéries, os pavimentos se deterioram com o passar do tempo, hoje São Carlos apresenta má qualidade do pavimento asfáltico.

Muito destes problemas tem se agravado por falta de serviços de manutenção e restauração, além disso a falta de gerenciamento e planejamento urbano são fatores que contribuem para a precarização do sistema viário são-carlense. De acordo com a Secretaria de Serviços Públicos, São Carlos possui aproximadamente 800Km de vias urbanas pavimentadas e malha viária com tempo médio de serventia de 30 anos mais ou menos. O município tem a preocupação de manter a boa qualidade da malha viária, porém, o reparo dos defeitos causados pelo tráfego, muitas vezes, direciona as intervenções realizadas somente a situações de emergência. Os atendimentos a estas demandas somente são executados a partir de reivindicações sucessivas da população, uma vez que não há planejamento preventivo para estas atividades.

Através do sistema de gerenciamento de pavimentos é possível desenvolver um sistema eficaz para a conservação dos pavimentos e atender demandas de caráter emergencial, mas também de caráter preventivo. Além disso é possível avaliar a durabilidade das soluções adotada e dessa forma minimizar desperdícios.

1.2 OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo realizar uma listagem dos principais defeitos encontrados na superfície do pavimento flexível em um trecho da Avenida Dona Alexandrina do município de São Carlos, localizados no interior do Estado de São Paulo.

Para isso serão avaliados os tipos de patologias que ocorrerem no trecho referido, após a realização do levantamento serão registrados os defeitos que ocorrem na superfície do pavimento juntamente com a frequência de incidência correspondente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PAVIMENTOS

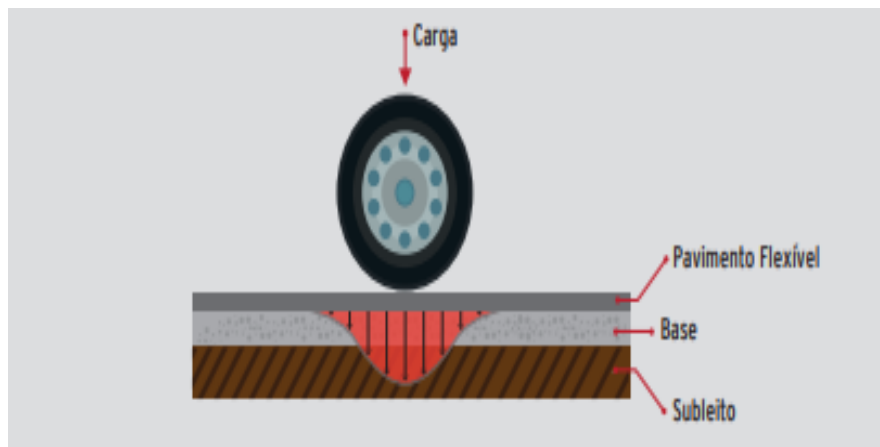
Segundo Motta et al (2010), pavimento é uma estrutura de várias camadas de espessuras finitas, construídas sobre superfície fina de terraplanagem, disposta técnica e economicamente a opor-se aos esforços provenientes do tráfego de veículos e do clima, e assegurar aos usuários melhoria nas condições de circulação.

De acordo com o manual do DNIT (2006), os pavimentos são classificados em três categorias: flexível, semi-rígido e rígido.

2.1.1 FLEXÍVEL

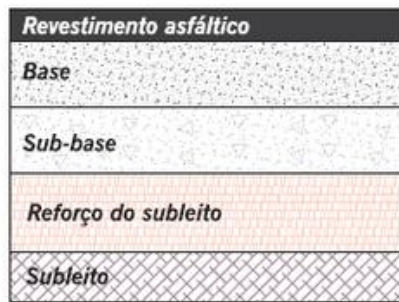
Composto por camadas que sofrem deformação elástica considerável quando submetidos à carregamentos, sendo assim a carga se distribui em parcelas homogêneas. De acordo com a CNT (2016), no Brasil mais de 99% da malha rodoviária utiliza pavimento flexível.

Figura 1 - Pavimento flexível



Fonte: CNT (2017)

Figura 2 - Pavimento flexível -Execução



(a) Estrutura de pavimento-tipo



(b) Revestimento asfáltico sendo executado

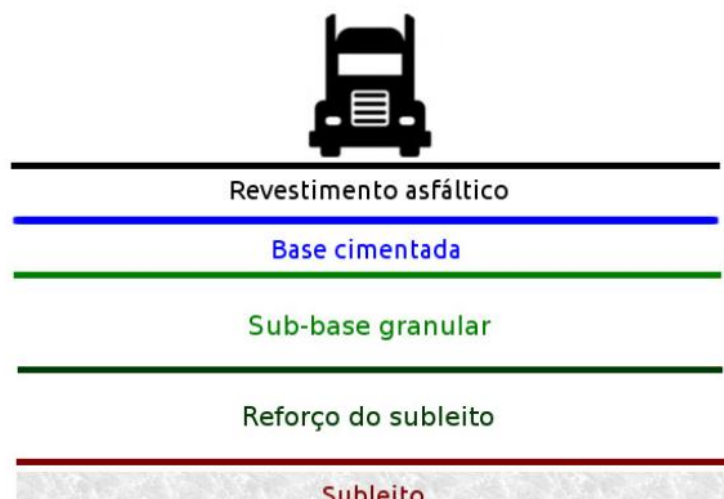
Fonte: Bernucci et al (2008)

2.1.2 Semi-rígido

São compostos por uma combinação de pavimentos de diferentes tipos, normalmente constituídos por uma base cimentada por algum aglutinante e coberto por uma camada asfáltica.

Figura 3 - Pavimento semi flexível

Pavimento semi-rígido

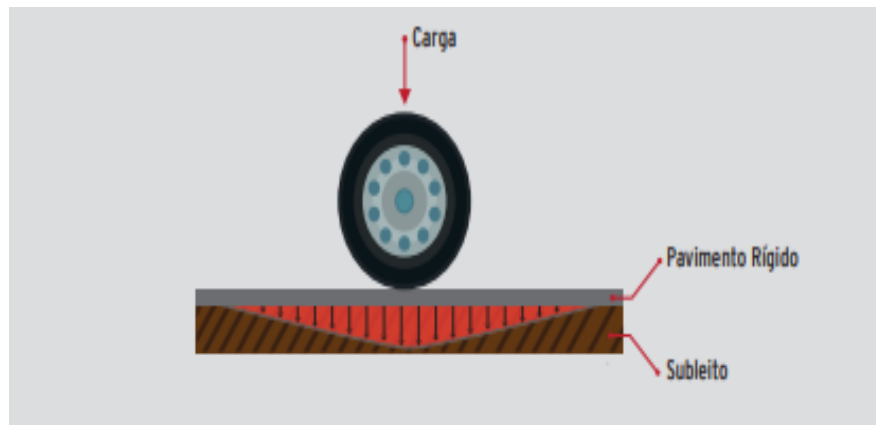


Fonte: E-CIVIL

2.1.3 Rígido

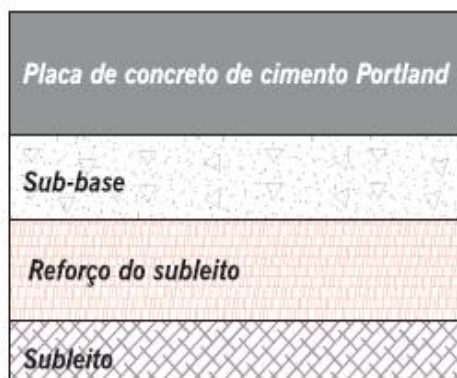
Segundo (BERNUCCI ET AL, 2008) o asfalto rígido é geralmente associado ao uso de cimento Portland apoiado por material granular ou material estabilizado com cimento (sub-base), assentada sobre o subleito ou sobre um reforço no subleito quando necessário. A figura 4 demonstra um esquema em corte para melhor compreensão

Figura 4 - Pavimento Rígido



Fonte: CNT (2017)

Figura 5 - Asfalto rígido - Execução



(a) Estrutura de pavimento-tipo



(b) Revestimento em concreto de cimento Portland sendo executado

Fonte: Bernucci et al (2008)

2.2 GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

Toda cidade possui um sistema de gerência de pavimentos pois apresentam programas de construção e conservação de pavimentos e selecionam, com base na experiência, ruas para as atividades de manutenção e reabilitação. Ainda, de acordo com SHOJI (2000) o sistema de gerência de pavimentos não é recente e sempre foi utilizado de alguma forma, desde as primeiras construções viárias. Segundo REMO FERREIRA (1996) no Canadá e Texas, no final dos anos 60 e início dos anos 70, ocorreram esforços envolvendo a aproximação sistêmica entre projeto, manutenção e construção, dessa aproximação sistêmica surgiu o termo Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP). Esse termo visava consubstanciar o conceito de "atividades envolvidas em promover pavimentos". De acordo com os autores consta-se que o conceito do SGP já está presente desde as primeiras construções viárias, mas o termo SGP surge entre os anos 60 e 70.

Segundo BERTOLLO (1997), o SGP é uma ferramenta que pode auxiliar organismos rodoviários na melhor utilização de recursos. A gerência de pavimentos consiste em uma série de ações coordenadas, concernentes com o planejamento, projeto, construção, manutenção, avaliação e pesquisa de pavimentos, sendo o propósito principal aplicar informações confiáveis e parâmetros de decisão para produzir um programa de construção, manutenção e reabilitação de pavimentos que dê o máximo retorno possível para os recursos disponíveis. Sendo assim um sistema de gestão de pavimentos deve ser capaz de comparar, priorizar e alocar recursos de seu programa de manutenção e reabilitação entre a seção de rede viária.

Conforme citado acima, podemos dizer que a gerência de pavimentos é uma ferramenta importante para tomada de decisões. Essa ferramenta deve dispor de uma estrutura organizada de modo a gerar informações seguras e evitar desperdícios de recursos. Em suma, o SGP é composto por um banco de dados que deve ser atualizado frequentemente visando garantir melhor aproveitamento e confiabilidade sobre dados referente ao desempenho e a necessidade de intervenção no pavimento.

De acordo com QUEIROZ (1994) apud (BREGA, 1996), o SGP depende do nível técnico do pessoal envolvido e o nível de sofisticação é diretamente proporcional à necessidade de material. Para se implementar um Sistema de Gerenciamento de pavimentos deve-se considerar 3 etapas:

- Pré-implementação: Quando são revistos métodos, procedimentos existentes e elabora-se um plano de implementação. A etapa de Pré-implementação é vital para o sucesso da implementação. Para o progresso do plano de implementação são fundamentais estudos fundamentados por órgãos rodoviários;
- Implementação do banco de dados: Quando se implementa o mecanismo de coleta e é realizado o cadastramento de dados;
- Implementação das estratégias e técnicas de otimização dos recursos: Quando são empregadas ferramentas computacionais para esse fim.

Em suma as principais tarefas a serem desenvolvidas para a implementação de um SGP, são as seguintes:

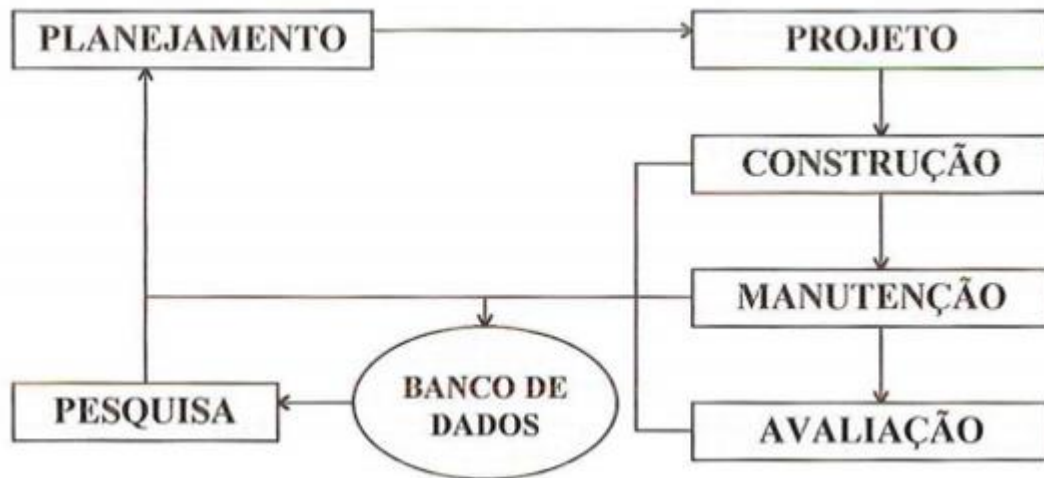
- a. Avaliações cíclicas das condições do pavimento, essa informação será utilizada para gerar dados para o subsistema de informação;
- b. Hipótese das condições futuras com base em modelos de previsão de desempenho;
- c. Determinação da época e estratégia para manutenção adequada; e
- d. Construção de programas de manutenção e novas pavimentações de acordo com os recursos disponíveis.

Podemos destacar dois principais pontos para a implementação do SGP: sendo a avaliação das condições do pavimento e a estimativa das condições futuras.

É a partir da avaliação das condições do pavimento que teremos um panorama para tomada de decisões e definição das políticas para utilização dos recursos. Por meio da estimativa da condição futura é possível definir estratégias e objetivos para melhoria da condição do pavimento

A seguir a figura 6 apresenta os principais componentes de um sistema de gerenciamento de pavimentos.

Figura 6 - Fluxograma dos componentes de um sistema de gerência de pavimentos



Fonte: Bertollo (1997)

O fluxograma acima apresenta um conjunto de componentes que interagem entre si e são afetados por fatores externos. Em um sistema de gerência de pavimentos os principais componentes são: planejamento, projeto, construção e pesquisa. São fatores externos as dotações orçamentárias e as políticas administrativas.

2.2.1 Avaliação Objetiva

A norma 006/2003 - pro, estabelece condições mínimas para a avaliação objetiva da superfície da malha viária, este processo se dá por meio de contagem e classificação de ocorrências aparentes e da medida das deformações permanentes nas trilhas de roda (DNIT, 2003).

De acordo com o autor a Avaliação Objetiva é o levantamento dos defeitos superficiais do pavimento referente ao tipo do defeito, severidade e densidade. O levantamento realiza-se por meio de avaliações feitas por agentes treinados, estes avaliadores deverão caminhar ao longo do segmento avaliado.

Segundo PAZ E ALBUQUERQUE (2017) a avaliação objetiva fornece dados detalhados sobre a condição do pavimento e esses dados são obtidos através de avaliações subjetivas. Sendo assim constatamos que a avaliação objetiva oferece dados precisos e trabalha sinergicamente com a avaliação subjetiva.

Ainda segundo o autor os principais indicadores normativos que classificam a superfície de rolamento foram desenvolvidos para fins rodoviários, são eles: Levantamento Visual Contínuo - LVC, Índice de Gravidade Global Expedido - IGGE e Índice de Gravidade Global - IGG estes índices são preconizados pelo NORMA DNIT 008/2003 - PRO e NORMA DNIT 006/2003 - PRO. A seguir, é detalhado os métodos para a obtenção dos referidos indicadores.

- IGGE esse indicador é obtido através da medida de dados contidos em um formulário esses dados devem ser obtidos por dois ou mais avaliadores utilizando-se a fórmula matemática expressa abaixo.

$$IGGE = (Pt \cdot Ft) + (Poaq \cdot Foap) + (Ppr \cdot Fpr)$$

Sendo:

Ft, Pt = Frequência e Peso do conjunto de trincas t;

Foap, Poap = Frequência e Peso do conjunto de deformações;

Fpr, Ppr = Frequência (quantidade por KM) e Peso do conjunto de painéis e remendos.

Fonte: NORMA DNIT 008/2003 – PRO

O Índice de Gravidade Global (IGG) é obtido por meio da fórmula:

$$IGG = \sum IGI$$

Sendo:

$\sum IGI$ – somatório dos Índices de Gravidade Individuais. O Índice de gravidade Global deve ser calculado para cada trecho homogêneo (ver anexo C).

Figura 7 – Parâmetros IGG

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$
Bom	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$
Péssimo	$IGG > 160$

Fonte: Norma DNIT 006/2003 – Pro

O Anexo é uma tabela para cálculo do IGG, através dessa tabela obtém-se os valores de frequência absoluta e frequência relativa.

- Frequência absoluta (Fa) é o número de vezes em que a ocorrência foi verificada;
- Frequência relativa (Fr) é obtida através da fórmula.

$$fr = \frac{fa \cdot 100}{n}$$

Sendo:

Fr = frequência relativa;

Fa = frequência absoluta;

N = número de estações inventariadas.

Figura 8 - Anexo C da Norma do DNIT

RODOVIA: PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						Data:	Folha:
TRECHO						Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
SUB-TRECHO: REVESTIMENTO TIPO							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TUC, TLL, TRR				0,2		
2	(FC - 2) J, TB				0,5		
3	(FC - 3) JE, TBE				0,8		
4	ALP, ATP, ALC, ATC		X		0,9		
5	O, P, E		X		1,0		
6	EX		X		0,5		
7	D		X		0,3		
8	R		X		0,6		
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm na TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =	1 A() 1 B()		
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREV =	TRIV =	FV =	2 A() 2 B()		
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n =	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG				Conceito
1A) IGI = $\bar{F} \times 40$ quando $\bar{F} \leq 30$						Operador	
2A) IGI = \sqrt{FV} quando $\sqrt{FV} \leq 60$						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando $F > 30$						Valido	
2B) IGI = 60 quando $\sqrt{FV} > 60$							

Anexo C (normativo)

Fonte: NORMA DNIT 006/2003 - PRO

A seguir a figura 9 exemplifica uma tabela de avaliações objetivas. Para elaborar essa tabela, primeiramente considerou-se manuais e normas de avaliação de defeitos para pavimento asfáltico. Depois ponderou-se sobre os defeitos constatados pelos agentes de campo. Esta tabela apresenta os defeitos que foram escolhidos para critério de avaliação e também atribui uma classificação para estes defeitos os níveis de severidade (baixo, médio e alto).

Figura 9 - Defeitos considerados na avaliação objetiva de pavimentos urbanos

	Pavimento Asfáltico	Níveis de Severidade ¹	Unidade de medida
1	Trinca de Fadiga	3	m ²
2	Trinca de Bloco	3	m ²
3	Trinca de Bordo	3	m
4	Trinca de Reflexão	3	m
5	Trinca Transversal	3	m
6	Trinca longitudinal fora da trilha de roda	3	m
7	Trinca longitudinal dentro da trilha de roda	3	m
8	Remendo	3	Nº, m ²
9	Panela	3	Nº, m ²
10	Deformação Permanente	1	mm
11	Corrugação	1	Nº, m ²
12	Exsudação	1	Nº, m ²
13	Agregado Polido	1	Nº, m ²
14	Desgaste	1	Nº, m ²
15	Bombeamento	1	Nº, m
16	Desnível Pista/acostamento	1	mm

¹ : Nivel de severidade dos defeitos de pavimento asfáltico, classificado como baixo, médio e alto.

²: Houve um desmembramento do defeito trinca longitudinal em dois tipos de defeitos.

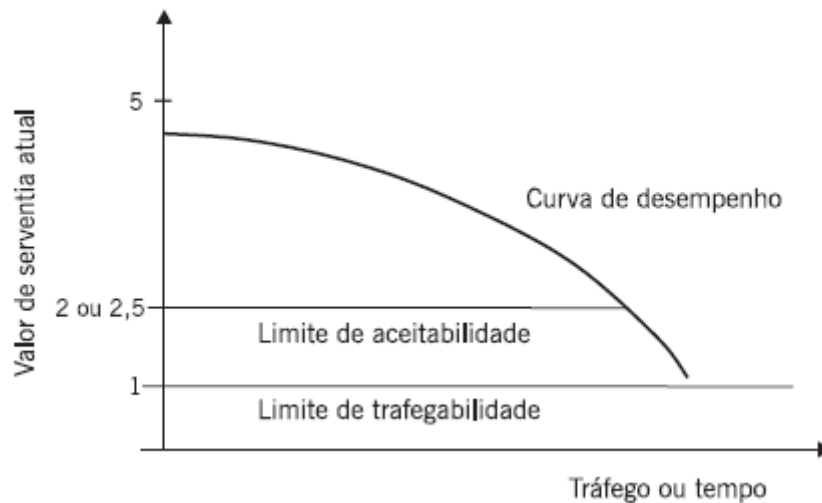
Fonte: Paz e Albuquerque (2017)

2.2.2 Avaliação subjetiva

De acordo com DNIT (2004), avaliação subjetiva realiza-se por meio da ponderação das condições do pavimento, em particular a que se refere ao conforto de tráfego. Tais ponderações devem ser realizadas por avaliadores experientes. Segundo CURVAL MASSARO (2005) em 1960 Carey e Irik propuseram o conceito de serventia como modelo para avaliação subjetiva do pavimento, esse conceito propõe que avaliadores treinados devem percorrer o trecho do pavimento que deverá ser

avaliado e atribuir notas de 0(péssimo) e 5(ótimo), este valor representa o Valor de Serventia atual ou (VSA). A figura 10 exemplifica a queda dos níveis de VSA ao longo do tempo.

Figura 10 - Curva de desempenho



Fonte: Bernucci et al (2008)

De acordo PAZ E ALBUQUERQUE (2017) a norma de serventia preconiza que alguns procedimentos devem ser realizados para se realizar a coleta de dados.

- Os avaliadores devem ter sensibilidade a tarefa a ser executada e manter a discrição com o outro avaliador;
- Os trechos devem ser de extensão pré-determinada e de preferência pequenos e com espaço de tempo reduzido para as avaliações;
- A ficha deve ser igual para todos avaliadores;
- O trecho deverá ser avaliado como se fosse rodovia de tráfego intenso;
- O aspecto considerado deverá ser somente o atual, despreza-se possibilidades de rupturas futuras;
- Deve-se supor que se viajaria por 8 horas no trecho avaliado;
- A avaliação somente ocorrerá com boas condições climáticas disponíveis;
- Não se deve levar em conta aspectos geométricos da via;
- Os principais itens considerados devem ser: painelas, saliências e irregularidades transversais e longitudinais da superfície avaliada;

E podemos resumir de forma mais sucinta a avaliação subjetiva em 4 principais etapas:

- Inspeção da pavimentação
- Atribuição de conceitos
- Análise do cadastro documental
- Emissão de laudo

2.3 PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS

Segundo SHEILA SOUZA (2016) Patologias em pavimentos podem ocorrer por diversos fatores: escolha do material, má execução do serviço e falta de manutenção preventiva e corretiva. As patologias mais comuns são: buracos ou depressões, deformações, desagregação, exsudação, fissuras, trincas longitudinais ou transversais, em blocos, bordas, solapamentos, remendos entre outros. Esses defeitos no pavimento podem ser separados em dois grandes grupos as do tipo estrutural e funcional, são elas:

- Ruptura por Resistência;
- Ruptura por fadiga;
- Ruptura por deformação plástica;
- Ruptura por retração hidráulica;
- Ruptura por retração térmica;
- Ruptura por propagação de trincas; e
- Ruptura funcional.

A seguir, são apresentadas as principais patologias em pavimentos com revestimento asfáltico segundo (DNIT, 2003).

2.3.1 Fenda

São descontinuidades na superfície do pavimento, que levam a aberturas de maior ou menor porte. Pode se apresentar de diversas formas. Ainda segundo BERNUCCI ET AL (2008) as fendas são os defeitos mais significativos encontrados nos pavimentos asfálticos e são subdividas de acordo com a tipologia ou gravidade.

2.3.1.1 Fissura

São fendas de largura capilar existente no revestimento situada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, são de fácil identificação, perceptíveis à uma distância inferior a 1,5 m.

2.3.1.2 Trinca

São fendas existente no revestimento, perceptível, trincas são facilmente identificadas e possuem uma abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada.

Figura 11 - Trincas



(a) Trincas isoladas curtas longitudinais (TLC)



(b) Trincas longitudinais longas (TLL)



(c) Trinca de retração (TRR)



(d) Trinca de retração (TRR)

Fonte: Bernucci et al (2008)

a) Trinca transversal

Trinca isolada que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca transversal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca transversal longa.

Figura 12 - Trinca transversal



Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003)

b) Trinca longitudinal

Trinca isolada que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca longitudinal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca longitudinal longa.

Figura 13 - Trinca longitudinal



Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003)

c) Trinca de retração

Trinca isolada não atribuída aos fenômenos de fadiga e sim aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semi-rígida subjacentes ao revestimento trincado.

Figura 14 - Trinca de retração



(c) Trinca de retração (TRR)



(d) Trinca de retração (TRR)

Fonte: Bernucci et al (2008)

2.3.2 Afundamento

De acordo com DNIT (2003) o afundamento são deformações permanentes que se caracterizam por depressões da superfície do pavimento, acompanham, ou não, soerguimento e pode apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação. Ainda segundo BERNUCCI AT AL (2008) os afundamentos configuram uma das principais patologias presentes nos pavimentos asfálticos, essa patologia surge quando há deformações permanentes seja do revestimento asfáltico, seja de suas camadas subjacentes incluindo o subleito.

Figura 15 - afundamento de trilha de roda

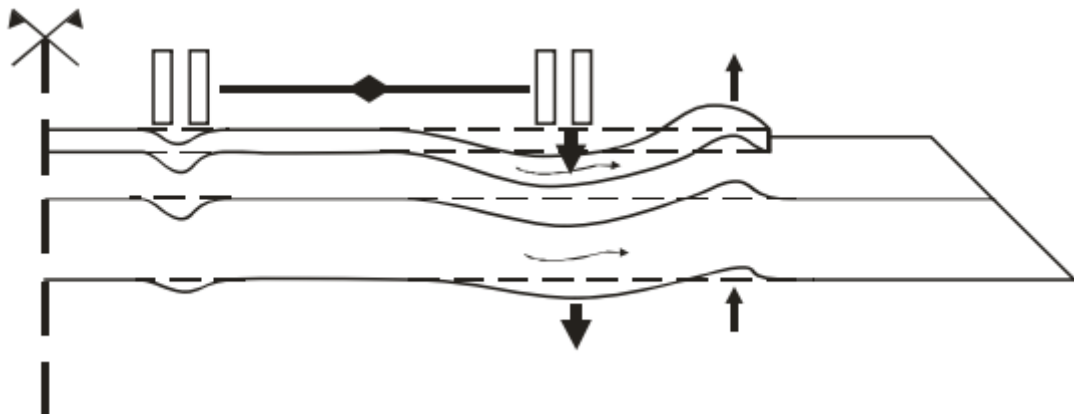


Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003)

2.3.2.1 Afundamento Plástico

Afundamento causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito acompanhado de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento plástico local; quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda.

Figura 16 - Afundamento Plástico

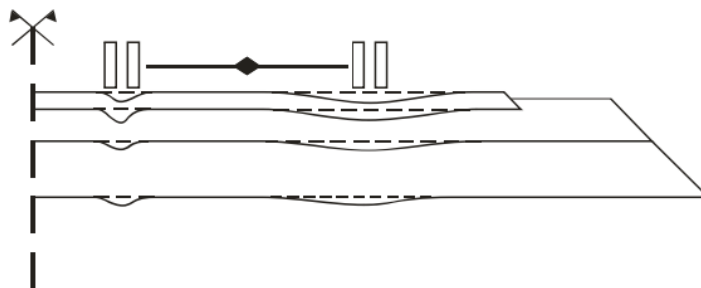


Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003)

2.3.2.2 Afundamento de consolidação

Afundamento de consolidação é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento de consolidação local quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda.

Figura 17 - Afundamento por consolidação



Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003)

2.3.3 Ondulação ou Corrugação

De acordo com BERNUCCI ET AL (2008) as corrugações são deformações que se caracterizam através de ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento. Tais deformações geralmente são compensatórias com depressões intercaladas de elevações com comprimento de onda entre duas cristas. As corrugação podem ter alguns centímetros ou dezenas de centímetros.

Figura 18 - Ondulação



Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003)

2.3.4 Escorregamento

É quando acontece o deslocamento do revestimento com relação à camada subjacente do pavimento com aparecimento de fendas em forma de meia-lua. Segundo BERNUCCI ET AL (2008) o escorregamento está ligado à fluência do revestimento asfáltico.

Figura 19 - Escorregamento



Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003)

2.3.5 Exsudação

Uma exsudação ocorre quando há excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento, quando há exsudação surgem manchas escuras decorrente em geral do excesso de do mesmo na massa asfáltica.

Figura 20 - Exsudação



Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003)

2.3.6 Desgaste

Desgastes ocorrem por meio do arranchamento contínuo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.

Figura 21 - Desgaste



Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003)

2.3.7 Painela ou buraco

Ocorre quando uma cavidade se forma no revestimento por diversas causas, podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento acarretando em degradações dessa camada.

Figura 22 - Painela



Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003)

2.3.8 Remendo

De acordo com BERNUCCI ET AL (2008) remendos é uma espécie de defeito apesar de estar mais relacionado à condição da via, esse defeito é decorrente do preenchimento de painelas, outro tipo de defeito que posteriormente mencionaremos, os remendos também podem ocorrer por meio do preenchimento de qualquer outro orifício ou depressão com massa asfáltica.

Figura 23 - Remendo mal executado

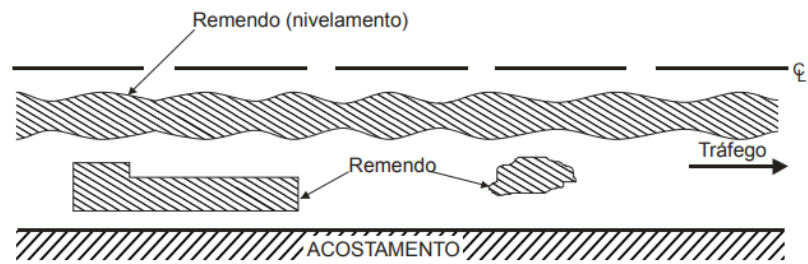


Figura 24 – Remendo bem executado



Fonte: Bernucci et al (2008)

Figura 25 - Remendo



Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003)

2.3.8.1 Remendo profundo

Aquele em que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta forma retangular.

Figura 26 - Remendo Profundo



Fonte: Pereira

2.3.8.2 Remendo superficial

Correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa.

Figura 27 - Remendo Superficial



Fonte: ARTERIS Brasil

2.3.8.3 Conceitos de Degradação do Pavimento

Cálculos realizados que demonstram se é ótimo até péssimo a degradação do pavimento.

Figura 35 - conceitos de Degradação do Pavimento

CONCEITOS	LIMITES
ÓTIMO	$0 < IGG \leq 20$
BOM	$20 < IGG \leq 40$
REGULAR	$40 < IGG \leq 80$
RUIM	$80 < IGG \leq 160$
PÉSSIMO	$IGG >$

Fonte: O autor (2019)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Material

Segundo relatório apresentado pela Prefeitura Municipal de São Carlos Ouidoria Geral do Município (p. 5), em 2018 São Carlos recebeu cerca de 8.456 manifestações, 716 foram reclamações, que expressam, críticas, queixas, protestos ao atendimento e aos serviços prestados.

As ruas e avenidas de São Carlos apresentam problemas estruturais e diversas patologias em seu pavimento, podemos elencar diversas causas e motivos e traçar um paralelo com situações patológicas descritas na revisão bibliográfica deste referido estudo.

3.1.1 Determinação da área de estudos

A Avenida Dona Alexandrina é uma das principais vias arteriais da cidade e faz ligações entre bairros da cidade e a região central, atualmente São Carlos realiza um projeto de recapeamento, mas até o presente momento, e apesar de apresentar diversas patologias, nenhuma ação corretiva foi realizada no trecho. Pretende-se fazer o levantamento das condições na Rua Dona Alexandrina em São Carlos -SP no trecho compreendido entre a rua geminiano costa e a Rua Treze de Maio (Praça Dom José Marcondes homem de mello). A extensão total do referido trecho compreende 251,19 metros de comprimento por 8,5 metros de largura e área total 2.135,12 metros quadrados.

Figura 28 - Área de estudo



Fonte: Google Maps

3.1.2 Levantamentos das Patologias

O levantamento de patologias foi realizado nos dias 21 e 22 de setembro de 2019 e nos dias 28 e 29 de setembro de 2019 sendo dois sábados e dois domingos consecutivos, aos finais de semana o fluxo do trânsito é reduzido e isso facilita a realização do levantamento uma vez que o referido trecho se localiza na região central de São Carlos.

A avaliação iniciou-se na avenida Geminiano Costa (Praça dos Voluntários) com término na Rua 13 de Maio (Praça Catedral).

Os parâmetros adotados para a identificação e classificação das patologias como o grau de severidade foram estabelecidos de acordo com os critérios previstos pela norma do DNIT 005/2003-TER. Para a realização da avaliação objetiva das condições da superfície da via foi utilizado à norma do DNIT 006/2003-PRO.

Para realizar a sondagem dos defeitos foram usadas planilhas para anotações das ocorrências, material de demarcação, régua de 1,20m padronizada, bem como materiais auxiliares como trena de 5m, 10m e 30m, formulários, fita adesiva e giz.

3.2. Método

3.2.1 Avaliação Objetiva do Pavimento

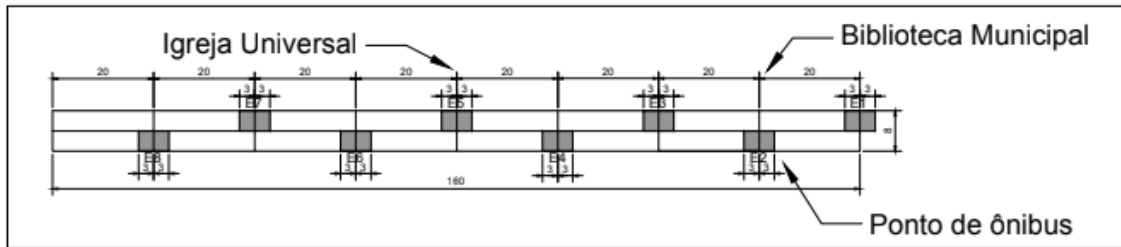
Esta avaliação deu-se por meio da norma do DNIT 006/2003-PRO. O DNIT define que a avaliação objetiva da superfície do pavimento realiza-se através do levantamento dos defeitos superficiais do pavimento.

A norma por sua vez preconiza um método que deve ser seguido para realizar o levantamento dos defeitos e avalia as condições da superfície da via. Uma vez que estes critérios tenham sido definidos a norma determina valores numéricos para as referidas valências e assim é possível realizar a classificação geral do estado da superfície do pavimento.

Atendendo as determinações do DNIT 006/2003-PRO a realização da avaliação obedeceu a alguns critérios fundamentais para a avaliação objetiva, tais como: estações foram marcadas a cada 20m alternando entre as faixas de rolamento, cada estação possui um comprimento de 6m, sendo 3m avante e outros 3m a ré da

estação. O trecho selecionado foi dividido em um total de 8 estações, estas estações foram todas numeradas.

Figura 29 – Detalhe esquemático das estações



Fonte: Autor (2019)

Por meio desse levantamento calculou-se o IGI (Índice de Gravidade Individual) e o IGG (Índice de Gravidade Global), com o intuito de classificar e mensurar os defeitos encontrados e traçar um diagnóstico das condições reais da superfície do pavimento.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta todos resultados que foram obtidos por meio do levantamento das patologias existentes na extensão da via que foi avaliada.

Por meio dos estudos realizados nas normas pertinentes e do levantamento realizado no trecho selecionado da Avenida Dona Alexandrina pode-se constatar diversos defeitos normatizados de acordo com o DNIT 005/2003-TER.

Ao realizar o levantamento constatou-se a existência de diversos tipos de manifestações patológicas, tais como: remendos, trincas interligadas tipo "jacaré", escorregamentos, ondulações e escorregamento, fissuras. O tópico seguinte apresenta as patologias identificadas e classifica-as de acordo com o grau de severidade.

4.1 Identificação e Classificação das Patologias

Alguns remendos superficiais foram identificados durante o levantamento, recentemente equipes de manutenção realizaram "operação tapa-buraco em diversos pontos da cidade com intuito do preenchimento das panelas que antes ali estavam.

Ao observar a figura pode-se constatar a presença de trincas interligada que possivelmente evoluíram para panelas e posteriormente um remendo (Figura 30), vale ressaltar que apesar dos remendos não ocasionarem problemas funcionais ao revestimento os mesmos são considerados defeitos pela norma DNIT 005/2003 - TER.

Figura 30 - Remendo



Fonte: Autor (2019)

Também foram identificadas algumas fissuras (Figura 31) e apesar de não causarem problemas funcionais ao revestimento fissuras são fendas preambulares e, portanto, consideradas defeitos do pavimento pela norma e uma vez que não forem levadas em consideração podem colaborar para a deterioração da condição do pavimento.

Figura 31 – Fissuras



Fonte: Autor (2019)

A Figura 32 apresenta trincas do tipo "couro de jacaré" esse defeito relaciona-se diretamente à fadiga do pavimento, apesar de não apresentar erosão acentuada nas bordas esse tipo de defeito evolui rapidamente, sendo assim é necessário a realização de intervenções afim de mitigar os efeitos dessa patologia. A trica couro de jacaré está classificada com (FC-2) quanto ao nível de severidade de consoante a norma o DNIT.

Figura 32 – Trincas interligadas -“Jacaré”



Fonte: Autor (2019)

Em várias estações do trecho analisado constatou-se a presença da patologia do tipo escorregamento, pode-se constatar que há deslocamento do revestimento asfáltico em relação a camada subjacente do pavimento. A presença intensa desse tipo de patologia configura característica marcante do referido trecho e é facilmente identificado por transeuntes que trafegam pela via.

Figura 33 – Escorregamento



Fonte: Autor (2019)

Ao longo da Avenida estudada verificou-se trechos do pavimento que apresentavam desgastes ocasionados pelas falhas de adesividade ligante - agregado e pelo polimento da superfície dos agregados pela ação dos pneus.

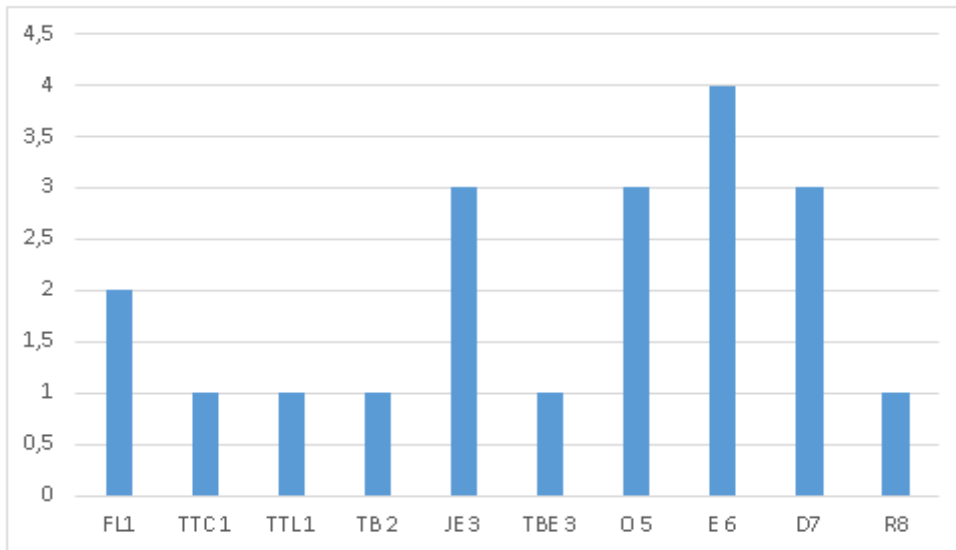
Figura 34 – Desgaste



Fonte: Autor (2019)

A figura seguinte apresenta a ocorrência dos defeitos encontrados no revestimento asfáltico ao longo da via.

Gráfico 1 - Incidência das patologias presentes no trecho



Fonte: Autor (2019)

A seguir utilizou-se a tabela de inventários de estado de superfície do pavimento preconizado pela norma do DNIT 006/2003 - PRO para o lançamento dos defeitos identificados nas estações apresentados no gráfico acima.

Tabela 1 - Inventário do estado da superfície do pavimento

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																											
VIA:		AVENIDA DONA ALEXANDRINA										OPERADOR:		MATHEUS M. SANTOS													
TRECHO												TIPO DE REVESTIMENTO:		REVEST. FLEXÍVEL													
Estacas ou km	Secção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS								TRINCAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLASTICO		CONSOLID.												
			FL 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC-2	FC-3	ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8	TRI mm	IRE mm					
0																											
1												X	X														
2												X					X										
3					X														X								
4												X					X	X									
5																	X	X		X							
6																	X			X	X						
7					X	X											X										
8																											

Fonte: Autor (2019)

Por meio dos dados levantados e inventariados na planilha acima iremos realizar uma avaliação objetiva da superfície do pavimento a mesma será apresentada no próximo tópico.

4.2 Avaliação Objetiva da Superfície do Pavimento

Para realizar uma verificação real das condições da superfície do pavimento, tendo em vista as patologias identificadas, de acordo com parâmetros preconizados pela norma DNIT006/2003 - PRO.

A norma estabelece alguns procedimentos e cálculos que serão descritos a seguir. Após o preenchimento da tabela inventário (Tabela 01) calcula-se o índice de gravidade global. Para isso é necessário inserir as frequências absolutas dos defeitos anotados.

Em seguida encontra-se a frequência relativa por meio da seguinte equação:

$$Fr = \frac{Fa \times 100}{n}$$

Sendo:

Fr - Frequência relativa

Fa – Frequência absoluta

n– Número de estações

E posteriormente encontra-se o IGI (Índice de Gravidade Individual) para cada defeito por meio da seguinte expressão:

$$IGI = Fr \times Fp$$

Sendo:

Fr – Frequência relativa

Fp – Fator de ponderação

Dessa maneira é possível determinar o índice de gravidade global por meio do somatório do índice de gravidade individual e assim determinar o conceito do pavimento.

$$IGG = \sum IGI$$

Sendo:

$\sum IGI$ – somatório dos índices de gravidade individuais

Tabela 2 - Cálculo do Índice de Gravidade Global

PLANILHA DE CALCULO DO INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)					DATA:	
TRECHO:	AVENIDA DONA ALEXANDRINA				ESTACA OU QUILOMETRO	
REVESTIMENTO TIPO:		REVESTIMENTO FLEXÍVEL			0M ATÉ 160M	
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUENCIA ABSOLUTA	FREQUENCIA RELATIVA	FATOR DE PONDERAÇÃO	INDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	TRINCAS ISOLADAS FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	4	50	0,2	10	
2	(FC-2) J, TB	1	12,5	0,5	6,25	
3	(FC-3) JE, TBE	4	50	0,8	40	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	-	-	0,9	-	
5	O, P, E	7	87,5	1	87,5	
6	EX	1	12,5	0,5	6,25	
7	D	3		0,3	11,25	
8	R	1	12,5	0,6	7,5	CONCEITO
NUMERO TOTAL DE ESTAÇÕES			\sum IND. GRAVID. INDI.= IGG		168,75	PÉSSIMO

Ao finalizar os cálculos constatou-se que o **IGG obtido é 133,81** e de acordo com a norma esse é um conceito péssimo, como podemos constatar na figura 28 presente no tópico 2.8.3 conceitos de Degradação do Pavimento.

5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Nesse capítulo realizaremos uma breve argumentação referente as patologias identificadas na Avenida Dona Alexandrina e o resultado obtido após a realização desse trabalho. No decorrer das vistorias pode se constatar a incidência de diversas patologias no pavimento, contudo as que tiveram maior ocorrência foram os escorregamentos e ondulações. De modo geral o trecho analisado da avenida em questão possui um alto índice de degradação superficial. Em boa porcentagem da via verificou-se a incidência de alguma manifestação patológica, em muitos casos mais de uma patologia em uma única estação, em tais situações pode-se compreender que á correlação entre essas ocorrências. Ao analisar-se o contexto dos serviços realizados na via ao longo do tempo pode-se perceber que os serviços de recapeamento e operações "tapa-buracos" tem mera ação paliativa.

5.1 Analise dos Escorregamentos

A via em questão apresenta características muito particulares em detrimento as demais vias arteriais de São Carlos, na mesma há intenso trafego de veículos pesados, além disso o trecho analisado localiza-se em uma rampa muito acentuada.

Sendo assim podemos estabelecer uma correlação entre esses fatores e como resultante há acelerado desgaste superficial do pavimento, bem como grande incidência de ondulações e escorregamento proveniente do deslocamento do revestimento em relação as camadas subjacentes.

Figura 36 - Escorregamento



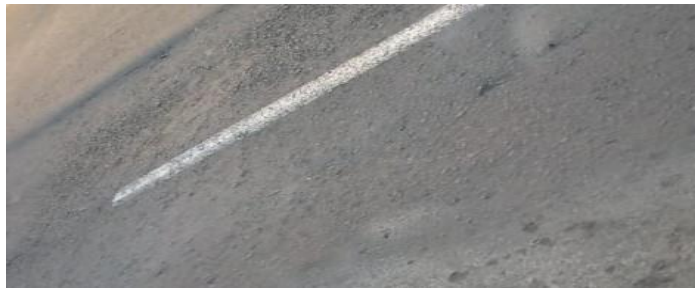
Fonte: Autor (2019)

5.2 Análise dos Desgastes

Segundo o manual de restauração DNIT 2006 o desgaste pode ser provocado por diversos motivos, em destaque temos a redução da ligação existente entre agregado e o ligante devido a oxidação do ligante e pela ação combinada do tráfego e dos agentes intemperes. No tópico anterior constatou-se algumas características que corroboram, também, para a incidência do desgaste no trecho analisado.

O procedimento de reparo dessa patologia é uma aplicação de lama asfáltica ou microrrevestimento como rejuvenescimento.

Figura 37 – Desgaste



Fonte: Autor (2019)

5.3 Análise das Ondulações

Segundo Bernucci et al (2008) ondulações surgem em decorrência de deformações transversais ao eixo da pista provenientes da consolidação diferencial do subleito.

O manual de restauração DNIT 2006 atribui o surgimento de ondulações em locais de aceleração e frenagem de veículos, podem ocorrer em qualquer região da superfície, contudo esse fenômeno tem maior incidência e gravidade nas proximidades das trilhas de rodas.

Figura 38 – Ondulações



Fonte: Autor (2019)

5.4 Análise dos Remendos

O manual de restauração de pavimentos DNIT 2006 preconiza remendo como sendo uma parcela do revestimento asfáltico em que o material original foi substituído por outro material similar. Remendo são considerados defeitos quando provocam desconforto. Esses defeitos, assim como os pavimentos, tendem a deteriorar-se pelos mesmos mecanismos, ou seja, ação combinada do tráfego e condições ambientais. Dentre as demais patologias esse recebe menor destaque ocorre com menor frequência e com baixa severidade.

Figura 39 - Remendo



Fonte: Autor (2019)

5.5 Conclusão

A partir da realização desse trabalho identificou-se a incidências de diversas patologias e por meio de diretrizes estabelecidas pelo DNIT 006/2003-PRO realizou-se a contagem e classificação. Através do método de avaliação objetiva chegou-se ao Índice de Gravidade Global para avaliação do nível de degradação asfáltica e pela ocorrência de diversas patologias ao longo da via, o conceito atribuído foi péssimo. Nesse contexto é importante frisar a grande incidência de escorregamentos presentes em aproximadamente 50% do trecho analisado. Além disso diversas patologias têm origens comuns inerentes as condições do trecho, tal qual: inclinação aguda, grande

presença de veículos pesados, além de ser local de frenagem e aceleração constantes.

Sendo assim com base nos dados apresentados e na incidência comum de patologias pode se concluir que o pavimento flexível não é adequado a esse trecho da via, manutenções realizadas no trecho sem a alteração do tipo de pavimento são apenas medidas paliativas.

Por tratar-se de um problema complexo e com grau de investimento elevado a reestruturação do tipo de pavimento demanda estudos mais aprofundados.

Devido as características da via, uma boa solução para implementação desse projeto de reestruturação do tipo de asfalto, deveria ser implementado um pavimento rígido no trecho em questão, após a sua implementação com os cuidados SGP.

Por meio do SGP seria possível realizar intervenções bem planejadas e coordenar melhor as ações, afim de alocar os recursos disponíveis de forma mais eficiente e racional para desta maneira amortizar o custo da obra.

A avenida Dona Alexandrina é uma das vias mais antigas de São Carlos e uma das vias arteriais mais importantes do município, a malha viária da cidade de São Carlos está correlacionada ao desenvolvimento da cidade, dessa forma deve-se adotar soluções mais eficientes e com maior durabilidade.

Finalizamos com uma sugestão de estudo futuro onde seriam abordadas a implementação de asfalto rígido, em via urbana arterial de São Carlos por meio do sistema de gerência de pavimentos. Deverá ser acompanhada a intervenção na via que foi recapeada para poder terminar com as patologias, deve ser feita uma avaliação de futuros problemas no asfalto podendo ser verificado a sua eficácia.

REFERÊNCIAS

. In: BERNUCCI, Liede. **Pavimentação asfáltica**: Formação básica para Engenheiros. 2008.

. In: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 008/2003 - PRO.

. In: DNIT 008/2003 - PRO. Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos Procedimento.

. www.ecivilnet.com. Disponível em: Acesso em: 23 ago. 2019.

ARTERIS Brasil. REMENDOS EM PAVIMENTOS. Disponível em: <http://www.arteris.com.br/wp-content/uploads/2018/07/ARTERIS-ES-013.Remendos-de-Pavimento-REM-PAV-REV-8.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2019.

Bernucci, Liede. Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros. 2008.

Bertollo, Sandra. Considerações sobre a gerência de pavimentos urbanos em nível de rede. São Carlos, 1997. Dissertação () - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

Brega, José remo ferreira. A utilização de redes neurais artificiais em um sistema de gerência de pavimentos. São Carlos, 1996. Trabalho de Conclusão de Curso () - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

Curval Massaro, Leonardo. Planejamento da execução de remendos em vias urbanas sob o enfoque da logística de serviços. São Carlos, 2005. Dissertação () - ACADEMIA JUDICIAL DO TRIBUNAL DE JUSTIÇA DE SANTA CATARINA, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia: NORMA DNIT 005/2003. 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 008/2003 - PRO.

DNIT. Avaliação Subjetiva de Pavimentos Rígidos: 063/2004. 2004.

DNIT. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia: NORMA DNIT 005/2003. 2003.

DNIT DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia: NORMA DNIT 005/2003.

DNIT. NORMA DNIT 006/2003 - PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento. 2003.

Elmor, Silvia. Retração – Redução de Efeito e Compensação. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br>. Acesso em: 23 Ago. 2019.

Google Maps. Disponível em: Acesso em: 23 ago. 2019.

NORMA DNIT 006/2003 - PRO. Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento.

NORMA DNIT 008/2003 - PRO. Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos Procedimento.

Ouvidoria Geral do Município, Prefeitura Municipal de São Carlos. RELATORIO ANUAL. Prefeitura de São Carlos. 2018. Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/files/Ouvidoria%202018.pdf>. Acesso em: 23 Ago. 2019.

Paz e Albuquerque, Tairone. Índice de condição baseado em defeitos superficiais para gerência de pavimentos urbanos. João Pessoa, 2017. Dissertação () - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, 2017.

Pereira, Raquel. Rodovia MS-339 recebe manutenção e garante mais segurança. Portal do MS. Disponível em: <http://www.ms.gov.br>. Acesso em: 23 Ago. 2019.

Prefeitura Municipal de São Carlos Ouvidoria Geral do Município. Ouvidoria Geral RELATÓRIO ANUAL. Prefeitura de São Carlos. 18 p. Disponível em:

<http://www.saocarlos.sp.gov.br/files/Ouvidoria%202018.pdf>. Acesso em: 23 Ago. 2019.

remo ferreira, José. A utilização de redes neurais artificiais em um sistema de gerência de pavimentos. São Carlos, 1996. Tese () - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996.

Sheila Souza, Barreto. ESTUDO E ABORDAGEM DA ORIGEM E DESENVOLVIMENTO DAS PATOLOGIAS EM PAVIMENTO. Artigo original, 30 04 2016.

Shoji, Eunice. Desenvolvimento de um programa de sistema de gerência de pavimentos urbanos para cidades brasileiras de médio porte. São Carlos, 2000. Dissertação () - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2000.