

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

KARISLAINE PIRES MARTINS

PAVIMENTO ASFÁLTICO: análise de patologias no
recapeamento de trechos

Paracatu

2019

KARISLAINE PIRES MARTINS

PAVIMENTO ASFÁLTICO: análise de patologias no recapeamento de trechos

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Pavimentação

Orientadora: Prof. Msc. Pedro Henrique Pedrosa de Melo

Paracatu

2019

KARISLAINE PIRES MARTINS

PAVIMENTO ASFÁLTICO: análise de patologias no recapeamento de trechos

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Pavimentação

Orientador: Prof. Msc. Pedro Henrique Pedrosa de Melo

Banca Examinadora:

Paracatu – MG, _____ de _____ de _____.

Prof. Msc. Pedro Henrique Pedrosa de Melo
Centro Universitário Atenas

Prof. Éllen Mayara Santos Cardoso
Centro Universitário Atenas

Prof. Msc. Hellen Conceição Cardoso Soares
Centro Universitário Atenas

A Deus, que nos criou e foi criativo nesta tarefa. Seu folego de vida em mim me foi sustento e me deu coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades infinitas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, que me deu energia e benefícios para concluir esse trabalho.

Agradeço a minha família que me incentivou e suportou por todos os anos que estive na faculdade.

Agradeço ao meu professor orientador Pedro Henrique Pedrosa de Melo, pelo seu apoio, dedicação e auxílio para a realização desse trabalho.

Enfim, quero estender os meus sinceros agradecimentos a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para que este objetivo pudesse ser alcançado. Eu só posso dizer: Muito Obrigada!

A mente que se abre a uma
nova ideia, jamais volta ao seu tamanho
original.

Albert Einstein

RESUMO

A repavimentação em trechos urbanos feitos devido a obras para instalação e/ou manutenção de redes, tem causado transtornos no pavimento em consequência da má execução no processo do novo pavimento asfáltico, gerando incômodo e insegurança aos transeuntes da via. O objetivo é identificar as causas e possíveis soluções para as patologias encontradas no pavimento asfáltico novo e também no antigo, o estudo foi realizado na Rua Lindolfo Garcia, no Bairro Alto do Córrego, na cidade de Paracatu-MG, com uma extensão de 450 metros de extensão em trechos repavimentado devido à instalação de uma rede de distribuição de água. O levantamento de dados foi feito de acordo com pesquisas bibliográficas e acompanhamento em campo na execução da obra. As possíveis soluções para o caso estudado podem ser divididas em duas formas: Corretiva e de Prevenção, de acordo com cada trecho da via que foi estudado separadamente. Contudo, o estudo mostra a importância de uma boa execução dentro das normas regulamentadoras, e acima de tudo a relevância de uma mão de obra qualificada e material adequado para cada situação, para um bom desempenho da repavimentação.

Palavras-chave: Revestimento Asfáltico, Repavimentação, Rede, Solução.

ABSTRACT

The repaving in urban stretches made due to works for installation and / or maintenance of networks, has caused disturbances in the pavement as a result of the poor execution in the process of the new asphalt pavement, causing inconvenience and insecurity to the passersby of the road. The objective is to identify the causes and possible solutions for the pathologies found in the new as well as in the old asphalt pavement. The study was carried out at Rua Lindolfo Garcia, in Bairro Alto do Córrego, in the city of Paracatu-MG, with a length of 450 meters. extension in repaved sections due to the installation of a water distribution network. The data collection was done according to bibliographical research and field monitoring in the execution of the work. The possible solutions for the case study can be divided into two forms: Corrective and Preventive, according to each section of the road that was studied separately. However, the study shows the importance of good execution within regulatory standards, and above all the relevance of a skilled workforce and material appropriate for each situation, for good repaving performance.

Keywords: *Asphalt Coating, Repaving, Network, Solution.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Esquema dos defeitos	22
FIGURA 2 - Localização da obra	32
FIGURA 3 - Sinalização parcial	33
FIGURA 4 - Marcação das dimensões da vala	33
FIGURA 5 - Marcação das dimensões da vala	34
FIGURA 6 - Corte do pavimento	34
FIGURA 7 - Retira do pavimento	35
FIGURA 8 - Retirada do solo de forma mecânica	35
FIGURA 9 - Retirada do solo de forma manual	36
FIGURA 10 - Fechamento do vazamento	36
FIGURA 11 - Retirada da água	37
FIGURA 12 - Instalação manual da tubulação	37
FIGURA 13 - Junção das tubulações	38
FIGURA 14 - Reposição do solo na vala	38
FIGURA 15 - Camada de cascalho	39
FIGURA 16 - Compactação por camadas	39
FIGURA 17 - Compactação da última camada	40
FIGURA 18 - Aplicação do material ligante	40
FIGURA 19 - Posicionamento dos agregados na vala	39
FIGURA 20 - Compactação do revestimento	39
FIGURA 21 - Trinca interligada	42
FIGURA 22 - Trinca longitudinal	42
FIGURA 23 - Trinca transversal	43
FIGURA 24 - Corrugação	43
FIGURA 25 - Afundamento na borda de ligação dos pavimentos	44
FIGURA 26 - Descolamento dos agregados	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 PROBLEMA	13
1.2 HIPÓTESES	13
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 OBJETIVOS GERAIS	13
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	14
1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO	14
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 PAVIMENTAÇÃO	16
2.1 CONCEITO	16
2.2 FUNÇÕES	17
2.3 CLASSIFICAÇÃO	17
2.3.1 PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	18
2.3.2 PAVIMENTOS RÍGIDOS	18
2.3.3 PAVIMENTOS SEMIRRÍGIDOS (SEMI-FLEXÍVEIS)	18
2.4 PAVIMENTO FLEXÍVEL	18
3 PATOLOGIAS	20
3.1 DEFEITOS E SUAS DEFINIÇÕES	20
3.1.1 FENDAS	20
3.1.2 AFUNDAMENTO	21
3.1.3 CORRUGAÇÃO	21
3.1.4 ONDULAÇÃO	21
3.1.5 ESCORREGAMENTO	21
3.1.6 EXSUDAÇÃO	23
3.1.7 DESGASTE	23
3.1.8 PANELA OU BURACO	23
3.1.9 REMENDO	23
4 METODO DE EXECUÇÃO	25
4.1 LOCAÇÃO	25
4.2 SINALIZAÇÃO	26
4.3 LEVANTAMENTO OU ROMPIMENTO DA PAVIMENTAÇÃO	26
4.4 ESCAVAÇÃO	27

4.5 ESCORAMENTO	28
4.6 ESGOTAMENTO	28
4.7 ASSENTAMENTO	29
4.8 REATERRO	29
4.9 REPAVIMENTAÇÃO	30
5 ERROS DE EXECUÇÃO	31
5.1 CASO EM ESTUDO	31
5.1.1 LOCAÇÃO	31
5.1.2 ISOLAMENTO DA VIA	32
5.1.3 SINALIZAÇÃO	32
5.1.4 DELIMITAÇÃO	33
5.1.5 CORTE DO ASFALTO	34
5.1.6 ROMPIMENTO DA PAVIMENTAÇÃO	35
5.1.7 ESCAVAÇÃO	35
5.1.8 ESGOTAMENTO	36
5.1.9 ASSENTAMENTO	37
5.1.10 REATERRO	38
5.1.11 COMPACTAÇÃO	39
5.1.12 REPAVIMENTAÇÃO	40
5.2 PATOLOGIAS ENCONTRADA NA OBRA EM ESTUDO	42
5.3 PATOLOGIAS E SUAS CAUSAS	45
5.4 SOLUÇÕES	45
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

As obras realizadas pela concessionária responsável pelo abastecimento de água e coleta de esgoto, em sua maior parte, são executadas após a construção do revestimento asfáltico das vias, sendo em partes novas redes de coleta e distribuição e também manutenção de redes já existentes. Logo, como qualquer obra de construção civil as obras subterrâneas também tem um passo a passo para sua execução, ficando necessária a remoção do revestimento asfáltico existente e posteriormente a aplicação de um novo revestimento ao fim da obra.

Quando se executa qualquer tipo de reconstrução ou remendos em construção são imprescindíveis alguns cuidados essenciais para se obter a mesma característica física e estrutural do material já existente.

Quando se trata de pavimento asfáltico a execução dos remendos é complexa, entretanto as empresas não possuem mão de obra especializada nesse tipo de serviço, dessa forma não executam os mesmos com as técnicas necessárias para atingir o padrão de qualidade do revestimento existente e também para efetuar uma boa ligação dos dois revestimentos. Com isso, em pouco tempo ocorre o aparecimento de patologias gerando desconforto aos transeuntes e também prejuízos.

As patologias são as “doenças” que aparecem nas construções de acordo com alguma falha na execução da obra. Segundo DNIT- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (2006), patologias em pavimento asfáltico são classificadas em: falhas de desempenho estrutural e falhas de desempenho funcional.

- a) Falhas de desempenho estrutural: refere-se à capacidade do pavimento de suportar as cargas impostas sobre ele mantendo sua integridade estrutural sem que ocorra o aparecimento de qualquer tipo de deformação aparente.
- b) Falhas de desempenho funcional: refere-se ao pavimento satisfazer sua função principal de fornecer uma superfície de rolamento com qualidade para os transeuntes.

De acordo com as informações coletadas o trabalho tem por finalidade o estudo das patologias encontradas em um trecho da cidade de Paracatu-MG causadas pela repavimentação devido às obras da concessionária.

1.1. PROBLEMA

O que causa e qual a solução para patologias em pavimentação asfáltica decorrente de obras da rede de esgoto?

1.2. HIPÓTESES

- a) As patologias encontradas em trechos onde ocorreu o recapeamento recorrente a instalação de esgoto, em sua maior parte acontecem devido à aplicação incoerente do material asfáltico e seus ligantes, e do desnível da abertura em relação a via. Também ocorre a aplicação de material diferente do que tem na via impossibilitando e/ou dificultando a aderência entre o novo capeamento e o antigo.
- b) São encontradas diversas patologias diferentes e para cada tipo de patologia há uma maneira de executar o caráter corretivo, sendo algumas soluções cabíveis: Selar trincas com material betuminoso; corrigir o nível; aplicação de CBUQ; remoção total do asfalto degradado.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVOS GERAIS

O trabalho tem como principal objetivo promover o conhecimento das patologias encontradas no pavimento asfáltico, bem como as causas e soluções para cada tipo encontrado na Rua Lindolfo Garcia, Bairro Alto do Córrego, da cidade de Paracatu no estado de Minas Gerais.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar o método de execução do recapeamento conforme normativas técnicas e bibliografias;

b) Conhecer as patologias recorrentes do recapeamento, identificando e analisando as possíveis patologias.

c) Propor soluções aos problemas identificados na rua Lindolfo Garcia

1.4. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

O tema deste trabalho foi escolhido pela grande ocorrência de patologias em pavimentos asfálticos, devido a falhas na execução da repavimentação no trecho cortado, como consequência o desempenho do pavimento não é favorável aos transeuntes, proporcionando desconforto e insegurança.

A escolha se justifica pelo impacto na vida da população que tem a necessidade de se locomover pelas vias, as mesmas devem oferecer requisitos básicos aos transeuntes, como: segurança, conforto e acessibilidade.

A obra em estudo, foi escolhida de acordo com a disponibilidade de execução da prestadora de serviço para o acompanhamento da obra, foi levada em consideração a maior obra a ser executada, com o fluxo de veículos maior.

1.5. METODOLOGIA DO ESTUDO

Segundo Gil (2010), esta pesquisa exploratória e bibliográfica tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema em questão, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.

De acordo com o autor a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em materiais já publicados, incluindo material impresso, como livros, revistas e jornais, bem como o material digital disponibilizado pela internet. A principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador um amplo conhecimento de formas diferentes e com diferentes olhares, diferente do que seria se fosse uma pesquisa direta sem o auxílio de escritores e pesquisadores.

Adotaremos uma metodologia pratica, através de levantamento de dados específicos sobre as condições locais junto à órgãos responsáveis por infraestrutura viária, como o DNIT/MG.

Por fim faremos um estudo de caso na Rua Lindolfo Garcia, localizada no bairro Arraial D´angola em Paracatu-MG.

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi escrito de acordo com pesquisas bibliográficas, normas técnicas referente a patologias em pavimento asfáltico, execução de redes, repavimentação, técnicas de reparo do pavimento, e acompanhamento em campo da retirada e reposição do pavimento.

Capítulo 1- Neste capítulo temos a introdução do trabalho.

Capítulo 2 - Neste capítulo contém todo o embasamento teórico sobre Pavimentação. É conceituado e são descritos suas funções e classificações.

Capítulo 3 – Neste capítulo é apresentado as patologias gerais da pavimentação, os defeitos e definições de cada patologia.

Capítulo 4 - Neste capítulo contém a apresentação do método executivo da abertura da vala até o seu fechamento com a repavimentação de acordo com as normas técnicas.

Capítulo 5 – Neste capítulo é apresentado o estudo de caso, toda execução e análise das patologias encontradas no trajeto, com suas respectivas soluções.

Capítulo 6 – Neste capítulo apresentam-se as conclusões da pesquisa quanto ao desempenho do recapeamento.

2 PAVIMENTAÇÃO

A pavimentação é de importância muito significativa para a população, em um mundo globalizado é impossível não necessitar de vias pavimentadas para se locomover. Obviamente que em alguns locais nem sempre há uma pavimentação adequada, ou nem mesmo qualquer pavimentação, mas é importante que se entenda que um projeto de um pavimento bem estruturado e bem executado pode trazer benefícios não só para motoristas e sim para a população como um todo.

Muitos acidentes acontecem devido a uma má pavimentação, muitas vezes os motoristas não têm como escapar das falhas das vias por elas estarem espalhadas pelo trajeto todo, mas isso não é uma questão impossível de se solucionar. Antes da execução de qualquer obra é necessário o seu planejamento para que o projeto seja realizado de forma adequada para o local. Mas além do projeto para construir o pavimento, após o uso a manutenção do pavimento é necessária para que se possa evitar uma grande obra para reconstruir o pavimento prematuramente.

Os custos de uma obra de pavimentação podem ser bastante elevados, porém se forem feitos corretamente respeitando os parâmetros do projeto e etapas da construção haverá uma economia com futuros danos devido a má qualidade das vias, tanto para os usuários como para o governo.

“[...] Em engenharia, é conveniente lembrar que uma tecnologia de construção deve ser encarada não apenas tendo em vista seu objetivo imediato, mas também seu potencial. [...]” (BALBO, 1997).

No trecho citado acima, Balbo menciona o fato de que as obras de engenharia de pavimentação são características em sua construção, pois requer manutenção periodicamente, sendo assim uma obra contínua.

2.1. CONCEITO

De acordo o DNIT (1995), o pavimento é uma superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas.

Para SANTANA, (1993) o pavimento é uma estrutura construída sobre a superfície obtida pelos serviços de terraplanagem com a função principal de fornecer

ao usuário segurança e conforto, que devem ser conseguidos sob o ponto de vista da engenharia, isto é, com a máxima qualidade e o mínimo custo.

A perspectiva do autor complementa o conceito técnico do DNIT, para um ponto de vista geral sobre os pavimentos, mencionando as expectativas dos usuários com relação a pista, e ainda abordando a relação de custo e benefício.

Segundo Balbo (2007), o pavimento é composto por camadas sobrepostas de diferentes materiais devidamente compactados a partir do subleito, condizente a suportar estruturalmente e operacionalmente o tráfego. O pavimento ainda deve ser durável e com o menor custo possível, ainda considerando manutenções obrigatórias.

2.2. FUNÇÕES

Funções do pavimento segundo a NBR-7207/82 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas):

- a) Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais e residuais 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.

As funções dos pavimentos são: apresentar uma superfície regular, para melhor conforto no tráfego de veículos, uma superfície mais aderente, ocasionando mais segurança para pistas molhadas, e uma superfície menos ruidosa, com menor desgaste ambiental nas vias urbanas e rurais (BALBO, 2007).

2.3. CLASSIFICAÇÃO

De acordo com Balbo (1997), deve haver considerações dominantes ao se classificar ou conceituar um pavimento:

- a) Na classificação de um pavimento é necessário ter presente que os termos rígido e flexível se referem ao comportamento da estrutura como um todo, visto que os mesmos podem ser enganosos quanto ao tipo de materiais empregados, pois dependendo de condições climáticas, como exemplo, o concreto asfáltico será um material bastante rígido ou bastante flexível;

b) Quando é utilizado as expressões “pavimento asfáltico” ou “pavimento de concreto” consegue definir com precisão o tipo de camada de rolamento existente na estrutura, mas não obrigatoriamente seu comportamento mecânico.

2.3.1. PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

É aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas (DNIT, 2006).

É o pavimento no qual a absorção de esforços ocorre de forma dividida entre as camadas, encontrando-se as tensões verticais em camadas inferiores, concentradas em região próxima da área de aplicação da carga (BALBO, 2007).

2.3.2. PAVIMENTOS RÍGIDOS

É aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado (DNIT, 2006).

É o pavimento no qual uma camada, absorvendo grande parcela de esforços horizontais solicitantes, acaba por gerar pressões verticais aliviadas e bem distribuídas sobre as camadas inferiores (BALBO, 2007).

2.3.3. PAVIMENTOS SEMIRRÍGIDOS (SEMI-FLEXÍVEIS)

Situação intermediária entre os pavimentos rígidos e flexíveis. É o caso das misturas solo-cimento, solo-cal, solo-betume dentre outras, que apresentam razoável resistência à tração. (DNIT, 2005).

Composto por revestimento asfáltico com base e, ou sub-base em material tratado com cimento de elevada rigidez, excluídos quaisquer tipos de concreto (BALBO, 2007).

2.4. PAVIMENTO FLEXÍVEL

O pavimento flexível é composto de camadas que juntas irão fornecer as características ideais de um pavimento.

De acordo com Balbo (2007), o pavimento é composto por camadas sendo elas:

- a) Subleito: é considerada a fundação do pavimento por se tratar da camada mais interna que o pavimento possui;
- b) Reforço de subleito: é a camada que auxilia o subleito, melhorando sua capacidade de suportar cargas, essa camada pode ter espessuras variadas de acordo com o tipo de solo e características do local;
- c) Sub-base: é a camada que auxilia a base, tendo a mesma função de receber os esforços aplicados;
- d) Base: é a camada que recebe os esforços verticais do tráfego e faz a distribuição para as demais camadas do pavimento;
- e) Revestimento: é a camada que recebe todos os esforços do tráfego horizontais e verticais, também transmitindo as demais camadas, e também melhora as condições de rolamento.

Conforme Danieleski (2004), o pavimento possui quatro objetivos principais, sendo eles:

- a) Segurança;
- b) Conforto de rodagem;
- c) Conforto visual;
- d) Capacidade de suportar cargas.

3 PATOLOGIAS

É a ciência que estuda as origens, causas, mecanismos de ocorrência, manifestações e consequências das situações em que os edifícios ou suas partes deixam de apresentar o desempenho mínimo pré-estabelecido em normas.

As patologias são defeitos nos pavimentos, pode ser encontrada de diversas formas diferentes de patologias em um mesmo tipo de pavimento.

3.1. DEFEITOS E SUAS DEFINIÇÕES

Patologias comumente encontradas em pavimentos asfálticos, com suas características de acordo com as normas técnicas.

3.1.1. FENDAS

É qualquer descontinuidade com abertura na superfície do pavimento com características de diversas formas, tamanhos e aberturas.

São definidas como sendo todo e qualquer tipo de fissuras ou trincas.

De acordo com Balbo (1997), as fendas se classificam de acordo com o grau de fissuração relativas ao tamanho da abertura:

- a) FC-1: trincas cujas aberturas são menores que 1,0mm;
- b) FC-2: trincas cujas aberturas são superiores a 1,0mm, sem erosão nas bordas;
- c) FC-3: trincas cujas aberturas são superiores a 1,0mm, com erosão nas bordas.

A norma DNIT 005/2003 – TER fornece as definições para cada tipo encontrado conforme apresentado a seguir (DNIT, 2003):

- a) Fissura: Fenda de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível à vista desarmada de uma distância inferior a 1,50m. Nota: As fissuras são fendas incipientes que ainda não causam problemas funcionais ao revestimento, não sendo assim considerados quanto à gravidade os métodos atuais de avaliação das condições de superfície;

b) Trinca: Fenda existente no revestimento, facilmente visível à vista desarmada, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada.

3.1.2. AFUNDAMENTO

Deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação. (DNIT, 2003).

a) Afundamento Plástico: Causado pela influência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento.

b) Afundamento de Consolidação: Causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de solevamento. Nota: Solevamento: É a ação ou efeito de solevar (de erguer-se com dificuldade).

3.1.3. CORRUGAÇÃO

As corrugações são deformações transversais ao eixo da pista, com depressões intercaladas de elevações, com comprimento de onda entre duas cristas de alguns centímetros ou dezenas de centímetros. (DNIT, 2005).

Ocorrem nas camadas de desgaste constituídas pelo revestimento superficial.

3.1.4. ONDULAÇÃO

As ondulações tem conceito similar às corrugações, diferenciando-se das mesmas pelo comprimento de onda entre duas cristas que é da ordem de metros. (DNIT, 2005).

3.1.5. ESCORREGAMENTO

É o deslocamento do revestimento em relação às camadas de apoio, ocorrendo o aparecimento de fendas meia-lua.

3.1.6. EXSUDAÇÃO

É o excesso de material ligante na superfície do revestimento do pavimento, provocando o aparecimento de uma superfície brilhosa de cor preta de aparência pegajosa, e ainda com manchas de dimensões variadas. (DNIT, 2005).

Diminuindo os espaços de vazio impossibilitando a dilatação dos agregados submetidos a uma temperatura alta.

3.1.7. DESGASTE

É quando os agregados que constituem o revestimento superficial, começam a se soltar do pavimento, deixando uma superfície áspera e escorregadia, o arrancamento dos agregados é progressivo e pode ocasionar em outra patologia.

3.1.8. PANELA OU BURACO

É uma cavidade no revestimento asfáltico, formada por diversas causas. Elas são originadas das trincas devido à constante presença da água e ação do tráfego, ocasionando segregação do material de revestimento. (DNIT, 2005).

Panelas são os popularmente conhecidos como “buracos de estradas”, ou seja, cavidades formadas na superfície do pavimento, atingindo eventualmente a própria base da estrutura, resultando desagregação das camadas construtivas.

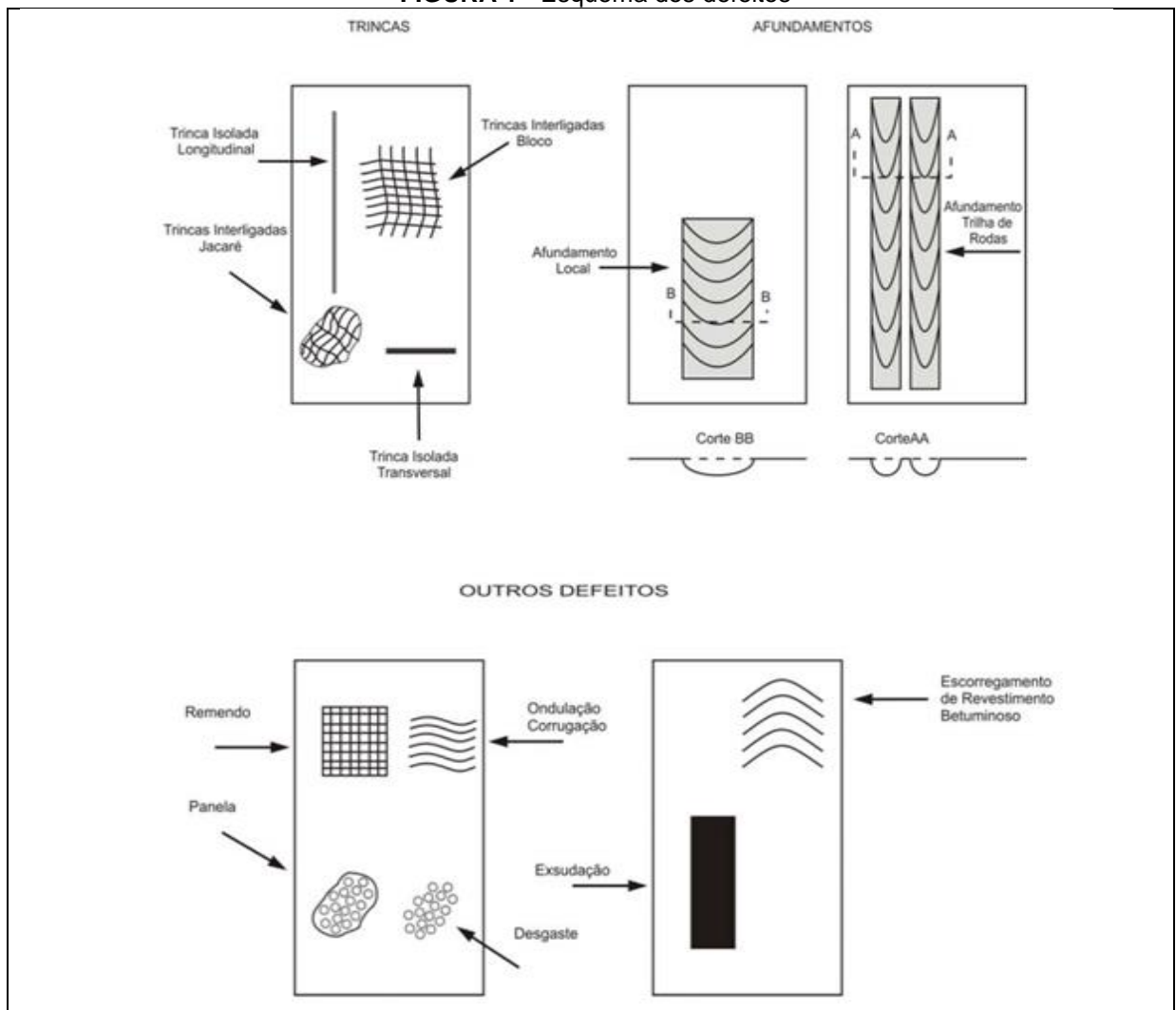
3.1.9. REMENDO

É o preenchimento da cavidade com camadas de revestimento asfáltico para nivelar a estrada.

- a) Remendo Profundo: Aquele em que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento;
- b) Remendo Superficial: Correção em área localizada, da superfície do revestimento, ela aplicação de uma camada betuminosa.

Representação esquemática dos defeitos encontrados na superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos.

FIGURA 1 - Esquema dos defeitos



Fonte: BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. DNIT 005/2003 – TER.

Os defeitos encontrados no revestimento asfáltico representado no esquema mostram como cada defeito/patologia ocorre nos pavimentos quando há o surgimento do mesmo.

4 METODO DE EXECUÇÃO

O processo de implantação das redes de coleta de esgoto é bem parecido com o processo e implantação redes de abastecimento, sendo dividido em fases de acordo com normas da ABNT NBR 9814 e NBR 12218 e bibliografia de Stuchi, 2005.

Segue as etapas:

- a) Locação da obra: marcações iniciais para abertura da vala;
- b) Sinalização: delimitação da área de trabalho a fim de manter a segurança para motoristas, pedestre e trabalhadores;
- c) Levantamento ou rompimento da pavimentação: etapa relativa à remoção da pavimentação inicial da via;
- d) Escavação: processo de retirada do solo da vala;
- e) Escoramento: manutenção da segurança dos trabalhadores a partir da estabilidade concedida;
- f) Esgotamento: retirada de água da vala;
- g) Assentamento: colocação da tubulação;
- h) Reaterro: reposição de material do pavimento;
- i) Repavimentação: reposição do pavimento.

4.1. LOCAÇÃO

A locação da obra é o primeiro passo de execução no campo, e também o mais importante nesta parte é feito todo levantamento de implantação da rede.

A NBR 9814 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS) estabelece requisitos para locação de vala:

- a) Adensar a rede de RRNN (Referências de Nivelamento), implantando no mínimo um RN secundário por quadra, e PSs (pontos de segurança) em pontos notáveis da via pública não sujeitos a interferência da obra, pelo menos nos cruzamentos;
- b) Restabelecer a locação primeira reconstituindo os piquetes do eixo da vala e do centro de PVs (poços de visita);
- c) Demarcar no terreno as canalizações, dutos, caixas, etc., subterrâneos, interferentes com a execução da obra.

O autor STUCHI, reforça a ideia da demarcação no terro e as interferências na rede.

Os órgãos que administram os serviços de água, esgoto, gás, telefone e águas pluviais, para considerar apenas os que dizem respeito às cidades brasileiras, utilizam a via pública para suas instalações. Na maioria das cidades, essa utilização tem sido desordenada e sem um critério geral que possa evitar os inconvenientes da interferência de um sistema no outro, [...].

4.2. SINALIZAÇÃO

A NBR 9814 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987) fixa as seguintes condições exigíveis de sinalização:

- a) Cercar o local de trabalho por meio de cavaletes e tapumes de contenção do material escavado;
- b) Manter livre o escoamento superficial de água de chuvas;
- c) Deixar, sempre que possível passagem livre para o trânsito de veículos;
- d) Deixar passagem livre e protegida para pedestres;
- e) Colocar, no local da obra, dispositivos de sinalização em obediência às leis e regulamentos em vigor.

Os sinais de trânsito, segundo Stuchi (2005, p. 30) podem ser classificados em três classes principais:

- a) De advertência, cuja finalidade é avisar aos motoristas e pedestres sobre a existência de algum perigo na rua;
- b) De regulamento, cujo objetivo é informar aos motoristas sobre proibições;
- c) De indicação, cujo objetivo é fornecer informações úteis aos motoristas e pedestres.

A sinalização noturna é feita com os mesmos sinais citados acima, acrescidos de elementos luminosos ou refletidos (STUCHI, 2005, p. 29).

4.3. LEVANTAMENTO OU ROMPIMENTO DA PAVIMENTAÇÃO

A execução do levantamento ou rompimento do pavimento pode ser manualmente ou de forma mecânica, dependendo da dificuldade de remoção e ou do local podendo ser de difícil acesso para os maquinários de grande porte.

Stuchi (2005) ainda adverte que área de trabalho deve ser previamente limpa devendo-se retirar, quando possível, ou escorar solidamente, árvores, rochas,

equipamentos, materiais, muros, edificações vizinhas e todas estruturas que possam ser afetadas. O primeiro passo para remoção do pavimento é a realização de marcação da faixa de corte.

4.4. ESCAVAÇÃO

Segundo a NBR 12.266 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992), durante toda a fase de execução e durante a existência da escavação é indispensável ter-se no canteiro e obra um arquivo contendo os seguintes documentos:

- a) Resultados das investigações geotécnicas e perfis geotécnicos do solo;
- b) Profundidade e dimensões da escavação bem com as etapas a serem atingidas durante a execução e reaterro;
- c) Condições da água subterrânea;
- d) Levantamento das fundações das edificações vizinhas e redes de serviços públicos;
- e) Projeto detalhado do tipo de proteção das paredes da escavação.

Segundo a NBR 9061 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985). Segurança de escavação a Céu Aberto, o levantamento topográfico do terreno, das edificações vizinhas (tipos de fundações, cotas de assentamento das fundações, distância à borda da escavação) e das redes de utilidades públicas é indispensável para que se possa determinar sobrecargas, realizar estudos de deslocabilidade e deformabilidade a fim de evitar possíveis danos nas edificações através da escavação e manter segurança aos trabalhadores.

A norma NBR 9814 indica que as valas devem ser escavadas seguindo a linha de eixo e respeitando as cotas indicadas pelo projeto, que estão apresentadas na ordem de serviço. É importante a execução da vala de jusante para montante, a partir dos pontos de lançamento ou de pontos onde seja viável o uso de galerias pluviais para o seu esgotamento por gravidade, caso ocorra presença da água na escavação. A largura da vala será determinada em função das características do solo, tubulação, profundidade, tipo de escoramento e processo de escavação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1978).

Stuchi (2005) acrescenta que os materiais retirados das escavações na vala devem ser depositados a uma distância superior à metade da profundidade, medida a partir da borda do talude para evitar o deslizamento do material para o

interior da vala enquanto trabalha. As escavações com mais de 1,25m de profundidade devem dispor de estacas próximas ao posto de trabalho.

4.5. ESCORAMENTO

O escoramento “É importante porque age de duas maneiras: tem o fator da segurança e também o aspecto psicológico, pois em valas profundas, mesmo em terreno consistente, tal medida possui a sensação de segurança.” (STUCHI, 2005, p.35).

Segundo a NBR 9061 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985), escavações de até 1,5m de profundidade podem, geralmente, ser executados sem especial segurança com paredes verticais. Isto se as condições de vizinhança e tipo de solo permitir.

Porém, em situações de cargas de tráfego próximas a vala, solo afogado por trabalhos anteriores e vibrações junto às escavações, escoramentos podem se tornar necessários.

A NBR 9814, Execução de Rede Coletora de Esgoto Sanitário, o escoramento é dividido em 4 tipos, variando de acordo com a natureza do terreno e a profundidade da vala. Fica a critério do construtor e condicionado à aprovação prévia da fiscalização qual deve ser o mais adequado para cada situação apresentada em campo. Os quatro tipos apresentados são pontaleamento, descontínuo, contínuo e especial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987).

De acordo com a NBR 9814 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987), como critério de segurança, quando o terreno não for de boa qualidade, em termos de estabilidade, o escoramento não deve ser retirado antes do reenchimento da vala atingir 0,6m acima do coletor ou 1,5m abaixo da superfície natural do terreno. Na pior hipótese a vala deve ser totalmente coberta e somente após o escoramento pode ser retirado.

4.6. ESGOTAMENTO

A água encontrada nas valas pode ser por decorrência das chuvas, vazamentos de outras canalizações e lençóis ou minas de água (STUCHI, 2005).

A NBR 9814 deverá ficar permanentemente drenado quando a escavação atingir o lençol freático além de que se deve tomar cuidado em situações onde o solo encontra-se saturado, calafetando as fendas entre as tábuas, vigas e pranchas do escoramento, para impedir que o material do solo seja carregado para dentro da vala, evitando o solapamento desta e o abatimento da via.

4.7. ASSENTAMENTO

A NBR 9814 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987) indica que o greide do coletor poderá ser obtido por meio de réguas niveladas com a declividade do projeto que devem ser colocadas no vertical do centro dos PV e em pontos intermediários do trecho, distanciados de acordo com o método de assentamento a empregar, ou seja:

- a) Cruzeta: máximo de 30 m;
- b) Gabarito: máximo de 10 m.

A NBR 9814 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1987) ainda indica que alinhando-se entre duas réguas consecutivas a cruzeta ou o gabarito, de madeira, respectivamente, por visada a olho ou por meio de fio de náilon fortemente estirado, obtêm-se as cotas intermediárias para o assentamento da tubulação. As réguas e cabeças das cruzetas ou do gabarito devem ser pintadas com cores vivas e que apresentem contrastes com as outras, a fim de facilitar a determinação da linha visada.

No assentamento de tubos diretamente sobre o terreno, a NBR 9814 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1987) indica que após a regularização e apiloamento do fundo da vala ou sobre o leito de material fino, uma vez concluído o nivelamento e o adensamento do material, deve-se preparar uma cava para o alojamento da olva ou luva de união, e do próprio tubo, abrangendo no mínimo um setor de 90° da seção transversal.

4.8. REATERRO

O fechamento da vala ou reaterro é executado após o envolvimento lateral do tudo na etapa de assentamento. Sua finalidade é completar a vala com material de boa qualidade.

A NBR 9814 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987) orienta: “O restante da vala, até atingir o nível da base do pavimento ou então o leito da rua ou do logradouro, se em terra, deve ser reenchido com material de boa qualidade em uma compactação aproximadamente iguala do solo adjacente.”

De acordo com o Stuchi (2005), o reaterro influencia na qualidade de reposição do pavimento, mas também exerce influência sobre as cargas verticais que atuam sobre as tubulações.

4.9. REPAVIMENTAÇÃO

A reposição da pavimentação em vias públicas deve objetivar o estabelecimento do pavimento com características iguais ou superiores as do pavimento original, obedecendo às recomendações e exigências municipais

Segundo a NBR 9814 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987), “Devem ser providenciadas as diversas reposições, reconstruções e reparos, de qualquer natureza, de modo a tornar o executado melhor, ou no mínimo igual ao que foi removido, demolido ou rompido,”

Grande parte dos problemas dos pavimentos urbanos estão diretamente associados a má qualidade dos serviços de recomposição de valas abertas para instalação ou reparo de redes de infraestrutura urbana. Portanto é de grande importância o controle de qualidade dos remendos, que é considerado o método de reparo mais utilizado na manutenção de vias e ruas (STUCHI, 2005).

5 ERROS DE EXECUÇÃO

São inúmeras as ocorrências de erro de execução e projeto em pavimentos, e este acontecimento abre brechas para o aparecimento de patologias, diminuindo consideravelmente a vida útil do pavimento.

De acordo com (BALBO, 1997), os principais erros encontrados são:

- a) Falta de compactação apropriada das camadas, causando patologias em geral (deformações e afundamentos excessivos ou rupturas localizadas).
- b) Baixa eficiência dos equipamentos empregados na técnica de compactação, resultando num processo inadequado;
- c) Temperaturas inadequadas na compactação de misturas asfálticas, ou variabilidade de temperatura na massa asfáltica durante o processo de compactação;
- d) Taxas de imprimação impermeabilizante ou ligante errôneas;
- e) Reforço de revestimento asfáltico delgado e rígido sobre pavimento muito trincado, possibilitando rapidamente a reflexão de trincas;
- f) Tratamentos superficiais delgados para redução de irregularidade;
- g) Revestimentos asfálticos permeáveis sobre pavimento trincado sem tratamentos de impermeabilização.

5.1. CASO EM ESTUDO

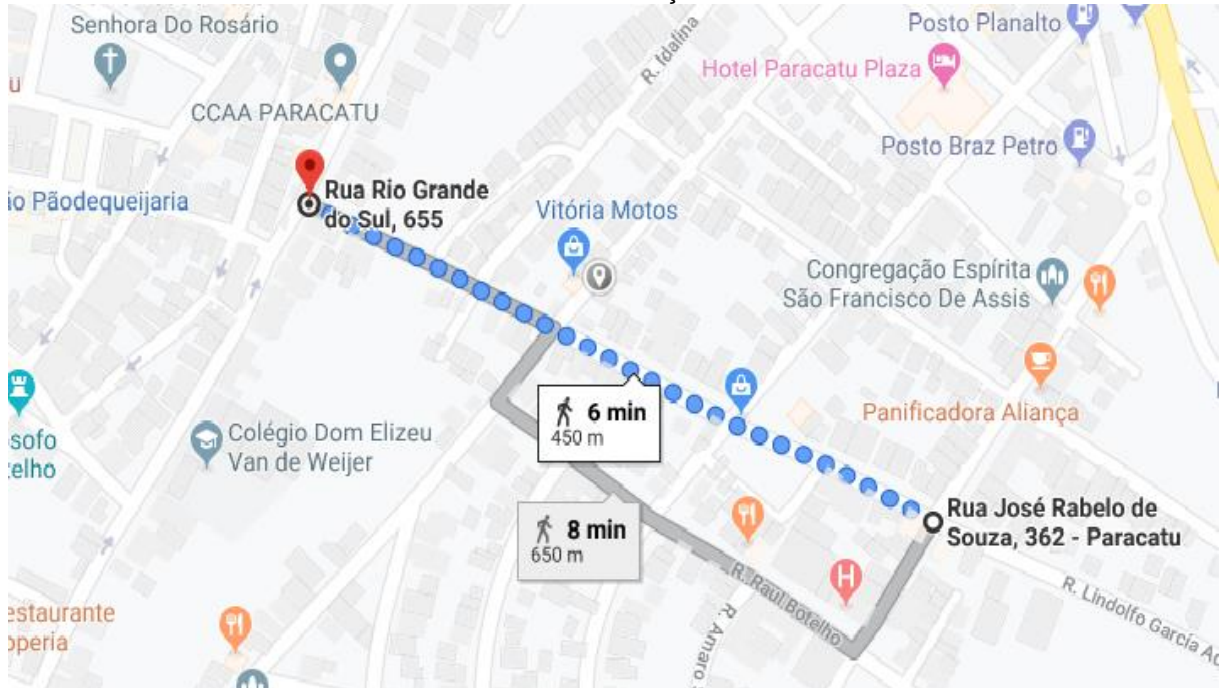
Este capítulo se destina a apresentação da obra acompanhada em campo, mostrando o processo executivo desde o isolamento da via, até a repavimentação, afim de identificar erros de execução que possam ocasionar em falhas no desempenho do pavimento antigo com a repavimentação. E também a identificação das patologias encontradas no trajeto.

5.1.1. LOCAÇÃO

Como toda obra a locação é muito importante, dessa forma no caso de instalação de rede a locação é fundamental para verificar o método de execução e sinalização para cada local. Nesta parte é necessário verificar o fluxo de tráfego para estudar qual a melhor forma de isolamento da via.

A obra está na Rua Lindolfo Garcia, localizada no bairro Alto do Corrêgo, na cidade de Paracatu-MG, com extensão de 450m, onde foi implantado a rede de distribuição de água, conforme a figura 2.

FIGURA 2 - Localização da obra



Fonte: Google Maps, 2019.

5.1.2. ISOLAMENTO DA VIA

É impedida totalmente ou parcialmente a via onde será executado o serviço, o método irá mudar de acordo com o tráfego do local da obra.

Durante o acompanhamento da obra em estudo não houve isolamento da via de acordo com as necessidades para execução.

5.1.3. SINALIZAÇÃO

A sinalização deve obedecer às normas de segurança do trabalho para preservação da vida dos funcionários. Entretanto a prestadora de serviço que foi acompanhada sinalizava o isolamento apenas com fitas zebreadas e cones, em poucas unidades, com a área de trabalho estreita, possibilitando passagem de veículos próximo as valas e aos funcionários.

FIGURA 3 - Sinalização parcial

Fonte: Acervo próprio, 2019.

5.1.4. DELIMITAÇÃO

É feito as marcações para o corte do revestimento asfáltico.

As marcações são feitas com o auxílio de uma linha de náilon e uma peça de giz, marcando o local do asfalto a ser cortado com dimensões estabelecidas por projeto e normas.

FIGURA 4 - Marcação das dimensões da vala

Fonte: Acervo próprio, 2019.

FIGURA 5 - Marcação das dimensões da vala

Fonte: Acervo próprio, 2019.

5.1.5. CORTE DO ASFALTO

É feito o corte do asfalto para a retirada do mesmo.

De acordo com as marcações feitas, um funcionário opera a máquina para cortar toda a espessura do asfalto permitindo a retirada do pavimento sem afetar toda a estrutura do pavimento na via.

FIGURA 6 - Corte do pavimento

Fonte: Acervo próprio, 2019.

5.1.6. ROMPIMENTO DA PAVIMENTAÇÃO

É retirada toda a camada de asfalto do local.

O rompimento pode ser feito de forma manual ou mecânica, depende da dificuldade para a retirada do pavimento e local, geralmente é feito de forma mecânica para otimização do serviço.

FIGURA 7 - Retira do pavimento



Fonte: Acervo próprio, 2019.

5.1.7. ESCAVAÇÃO

É iniciado a abertura da vala retirando o solo de forma mecânica ou manual, com profundidade definida por norma de acordo com a finalidade da vala.

FIGURA 8 - Retirada do solo de forma mecânica



Fonte: Acervo próprio, 2019.

FIGURA 9 - Retirada do solo de forma manual

Fonte: Acervo próprio, 2019.

5.1.8. ESGOTAMENTO

É a retirada da água da vala.

Em alguns casos ocorrem o rompimento de ligações de água ocorrendo o derramamento nas valas, e também pode acontecer da vala ser profunda e pegar o lençol freático. Para a continuação do processo e necessário a retirada de toda a água da vala, para somente depois fazer a instalação do tubo.

FIGURA 10 - Fechamento do vazamento

Fonte: Acervo próprio, 2019.

FIGURA 11 - Retirada da água

Fonte: Acervo próprio, 2019.

5.1.9. ASSENTAMENTO

Instalação da tubulação.

Na obra em questão, o assentamento é feito de forma manual, com o auxílio de cordas para descer o tubo na vala e com o auxílio de ferramentas para encaixar os tubos.

FIGURA 12 - Instalação manual da tubulação

Fonte: Acervo próprio, 2019.

FIGURA 13 - Junção das tubulações

Fonte: Acervo próprio, 2019.

5.1.10. REATERRO

Reposição do solo.

Após o assentamento da tubulação, é feita a reposição do solo para tampar a tubulação, é colocado parte de solo que foi retirado e acrescentado na camada superior cascalho, no intuito de proporcionar maior aderência com o material asfáltico.

FIGURA 14 - Reposição do solo na vala

Fonte: Acervo próprio, 2019.

FIGURA 15 - Camada de cascalho

Fonte: Acervo próprio, 2019.

5.1.11. COMPACTAÇÃO

É a redução dos índices de vazio nas camadas de solo.

A compactação do solo é uma etapa muito importante, pois ela faz com que o solo fique mais firme e junto com o mínimo de vazios onde a água possa percolar e formar defeitos. É feita por camadas para obter um melhor resultado.

FIGURA 16 - Compactação por camadas

Fonte: Acervo próprio, 2019.

FIGURA 17 - Compactação da última camada

Fonte: Acervo próprio, 2019.

5.1.12. REPAVIMENTAÇÃO

Instalação de um novo revestimento.

Nesse processo é feita a aplicação do ligante, popularmente conhecido como “piche”, após a isso e acrescentado a vala, os agregados betuminosos, em seguida e feita a varredura para juntar os agregados apenas no local da vala, e por fim e feita a compactação.

FIGURA 18 - Aplicação do material ligante

Fonte: Acervo próprio, 2019.

FIGURA 19 - Posicionamento dos agregados na vala



Fonte: Acervo próprio, 2019.

FIGURA 20 - Compactação do revestimento



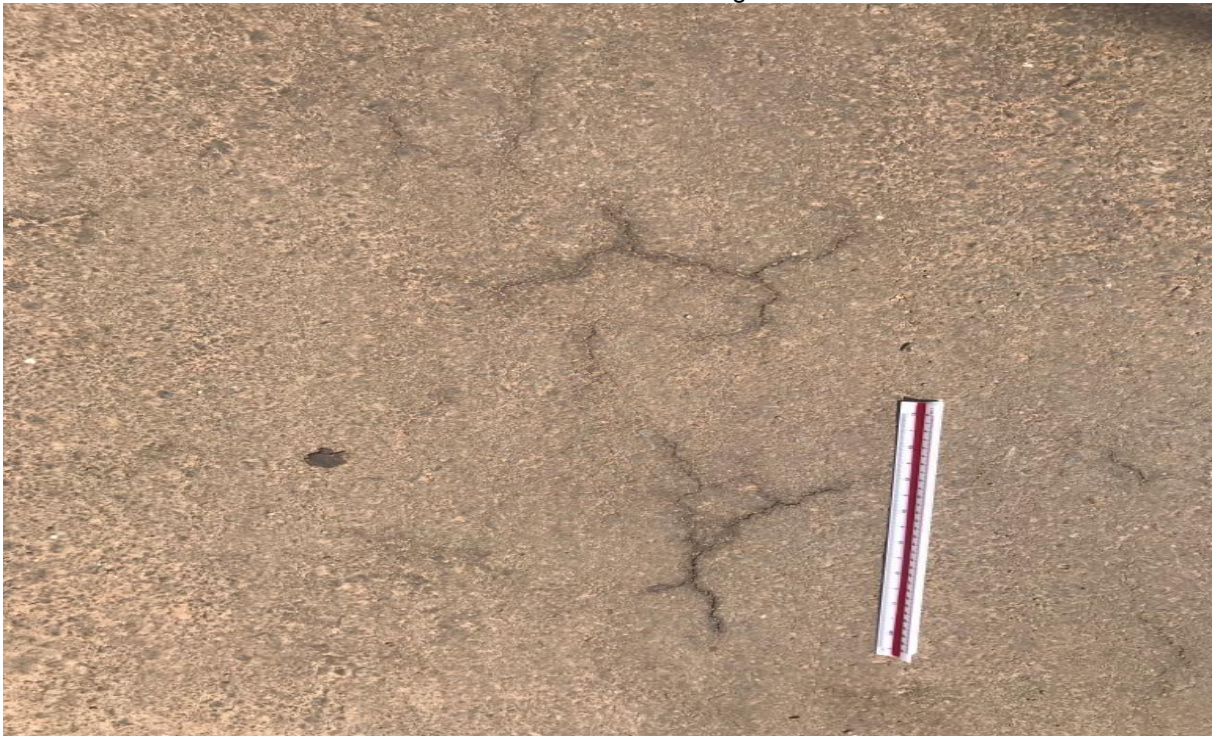
Fonte: Acervo próprio, 2019.

5.2. PATALOGIAS ENCONTRADA NA OBRA EM ESTUDO

Na obra em estudo foram identificadas o aparecimento de patologias ao longo de toda a extensão do trajeto, sendo elas:

a) Fenda: Trinca;

FIGURA 21 - Trinca interligada



Fonte: Acervo próprio, 2019.

FIGURA 22 - Trinca longitudinal



Fonte: Acervo próprio, 2019.

FIGURA 23 - Trinca transversal

Fonte: Acervo próprio, 2019.

b) Corrugações;

FIGURA 24 - Corrugação

Fonte: Acervo próprio, 2019.

c) Afundamento Plástico;

FIGURA 25 - Afundamento na borda de ligação dos pavimentos



Fonte: Acervo próprio, 2019.

d) Desgaste do pavimento

FIGURA 26 - Descolamento dos agregados



Fonte: Acervo próprio, 2019.

5.3. PATOLOGIAS E SUAS CAUSAS

- a) Fendas: As trincas interligadas em geral são consequência do afundamento por consolidação. Devido à grande deformação no pavimento gerada por esta patologia a estrutura do pavimento é muito solicitada e associada ao tráfego de veículos acaba gerando trincas interligadas;
- b) Corrugações: As corrugações em geral são consequência da plasticidade do material betuminoso, da aplicação do material e compactação do revestimento;
- c) Afundamento Plástico: O afundamento por consolidação está associado à falta de controle de compactação das camadas, em geral não há verificação da densidade in loco nem da umidade ótima das mesmas na maioria dos casos, fazendo com que os materiais apresentassem baixa resistência e alta compressibilidade;
- d) Desgaste do Pavimento: O desgaste em geral ocorre devido ao tipo de agregado utilizado para preparação do asfalto, pela utilização insuficiente de ligante ou utilização de material ligante ruim, e por fim e muito importante a compactação que necessita ser bem-feita para melhor aderência dos agregados.

5.4. SOLUÇÕES

Em caráter preventivo a melhor solução é a organização básica das etapas, como: método de executar, mantendo parâmetros de execução para cada situação encontrada; mão de obra qualificada e treinada, para obter a aplicação do material de forma coerente e homogênea; materiais com a granulometria adequada, as vias não são todas pavimentadas com o mesmo material e dessa forma e necessário fazer um remendo obedecendo o pavimento que já está implantado na via e também com os ligantes corretos e de qualidade, para obter um pavimento uniforme. Portanto com o gerenciamento das etapas citadas, ocorrerá a diminuição de correções a serem feitas e uma escala significativa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal do estudo é avaliar o desempenho do recapeamento asfáltico, mas também avaliar o trecho como um todo, observando o comportamento do asfalto novo e o asfalto antigo.

Portanto, após um prazo de 6 (seis) meses da aplicação do pavimento novo, foi feita a análise da via. Os defeitos encontrados a longo da via podem ser relacionados ao método construtivo, tendo em vista que as emendas são novas com um prazo de apenas 6 (seis) meses, não havendo tempo suficiente para degradação em função do tráfego ou por intemperes.

Contudo, o motivo mais relevante para a ocorrência das patologias, são os métodos de execução, padronização e utilização de materiais, qualidade da mão de obra, aplicação de ligantes asfálticos adequados, controle da compactação para obtenção de um asfalto uniforme.

De acordo com os métodos preventivos citados, as patologias teriam um decréscimo significativo nas estimativas, e também para o método de correção devem ser seguidos um parâmetro de qualidade para evitar as ocorrências de patologias.

Após a conclusão do trabalho fica clara a importância de se realizar todas as etapas do projeto e também da norma técnica, além de todo o planejamento para que essas etapas sejam concluídas. Tal constatação deve-se a necessidade da estrutura do pavimento ter uma vida útil máxima possível, já que é muito claro que as condições de uma via e de sua pavimentação afeta diretamente a sociedade, de forma negativa e também positiva.

Como sugestão para trabalhos futuros recomenda-se fazer ensaios em pontos do trecho para analisar as características dos materiais e também recomenda-se fazer a solicitação do agregado betuminoso com granulometria ideal para obter melhor ligação entre o asfalto novo e o asfalto velho.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7207: Terminologia e classificação de pavimento – Apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas **NBR 9814: Execução de rede coletora de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1987.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas **NBR 12266: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água esgoto ou drenagem urbana**. Rio de Janeiro, 1992.

BALBO, J. T., **Pavimentos Asfálticos – patologias e manutenção**. São Paulo, Editora Plêiade, 1997.

BERNUCCI, LiediBariani, **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. 1ed.- Rio de Janeiro: Petrobrás ABEDA, 2008.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**, Rio de Janeiro, 2006.

DNIT, **Manual de Pavimentação, IPR/DNIT/ABNT**, Publicação 719, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

STUCHI, E. T. **Interferência de obras de serviços de água e esgoto sobre o desempenho de pavimento urbanos**. 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos.

YOSHIZANE, ProfHirochi Paulo. **Defeitos, Manutenção e Reabilitação de Pavimento Asfáltico**. Universidade Estadual de Campinas, Centro Superior de Educação Tecnológica CESET, Limeira, 2005.

DANIELISKI, M. L. **Proposta de metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos: aplicação à rede viária de Porto Alegre**. 2004. Trabalho de conclusão (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.