



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Redeenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Nayara Karoline Nascimento de Sousa

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE RECONSTRUÇÃO DE PAVIMENTOS EM OBRA
DE ESGOTO SANITÁRIO, NO MUNICÍPIO DE PALMAS-TO

Palmas – TO

2019

Nayara Karoline Nascimento de Sousa

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE RECONSTRUÇÃO DE PAVIMENTOS EM OBRA
DE ESGOTO SANITÁRIO, NO MUNICÍPIO DE PALMAS-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II) elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.Sc. Edivaldo Alves dos Santos.

Palmas – TO

2019

Nayara Karoline Nascimento de Sousa
AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE RECONSTRUÇÃO DE PAVIMENTOS EM OBRA
DE ESGOTO SANITÁRIO, NO MUNICÍPIO DE PALMAS-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II)
elaborado e apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em Engenharia
Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas
(CEULP/ULBRA)

Orientador: Prof. M.Sc. Edivaldo Alves dos Santos.

Aprovado em: 13/11/2019

BANCA EXAMINADORA



Prof. M.Sc. Edivaldo Alves dos Santos

Orientador

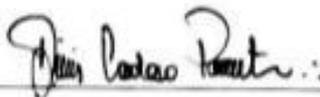
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas

Avaliador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. M.Sc. Denis Cardoso Parente

Avaliador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me capacitado ao longo dessa jornada. Por tornar esse sonho possível. Hoje percebo que cada queda foi necessária para me tornar mais forte, e me lembrar que Ele sempre estaria comigo, e que sem luta não há vitória.

A minha Mãe e meu Padrasto, que sempre me incentivaram e renunciaram de suas vontades para fazer com que este sonho se tornasse real.

A minha Preciosa Avó Natália, por sempre sonhar comigo e me fazer acreditar que era possível, sendo minha principal incentivadora, e por me fazer acreditar que apesar das dificuldades, tendo perseverança e Fé, para Deus nada é impossível.

Ao meu amado irmão Wilmar Wagner pelos incentivos e por me mostrar a realidade da vida, que muitas das vezes eu iria encontrar. Ao amor da vida da Titia, meu sobrinho Kauan, por sempre me fazer lembrar que apesar das quedas eu não poderia desistir, pois havia alguém que seguia meus passos.

Meu muito obrigada em especial ao meu orientador, Mestre Edivaldo dos Santos, por toda a paciência, sabedoria e conhecimentos transmitidos, suas instruções foram primordiais para a realização deste trabalho. E por toda dedicação a nós alunos.

Também agradeço a minha tia do coração Gorete Marinho, por acreditar em mim e me incentivar a seguir em frente, e por me fazer acreditar que Deus sempre manda anjos disfarçados de amigos, e na hora certa tudo pode acontecer, basta Crer.

Não posso deixar de agradecer aos meus queridos amigos Lorena, Sara, Eurany e Heleno por todo apoio durante a jornada acadêmica, vocês foram fundamentais. Ao meu tio e Engenheiro Edvaldo Cordeiro pela confiança e por ceder informações de sua empresa para a realização desse trabalho, e ao meu primo Guilherme Morais por todo suporte e esclarecimento.

Por fim, não poderia deixar de agradecer a todos, que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse concluir essa etapa da minha vida.

A todos vocês muito obrigada e minha eterna gratidão!

RESUMO

SOUSA, Nayara Karoline Nascimento de. **AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE RECONSTRUÇÃO DE PAVIMENTOS EM OBRA DE ESGOTO SANITÁRIO, NO MUNICÍPIO DE PALMAS-TO.** 2019. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Luterana de Palmas, Palmas, 2019.

As redes de fornecimento de serviços à população, como abastecimento de água, esgoto e afins, são executadas no espaço subterrâneo urbano, onde por sua vez, além dos benefícios que trazem à população, existe consequências da implantação dessas redes, principalmente quando se trata da pavimentação urbana. O presente trabalho refere-se a um estudo de caso na cidade de Palmas-Tocantins, onde foi realizado diagnóstico de travessias de uma linha de recalque. A obra teve início em Agosto de 2018, sendo finalizada em início de Dezembro de 2018. Levando em consideração a passagem da rede de esgoto sob o pavimento asfáltico, foi realizado o diagnóstico do processo de reconstrução de pavimentos devido a abertura de valas para instalação de sistema de esgoto sanitário e identificação das manifestações patológicas causadas pela recomposição do pavimento. Foi necessário realizar o dimensionamento do pavimento flexível pelo método do Departamento Nacional de Estrada e Rodagem-DNER, para as intervenções. A partir do estudo do método de execução utilizado, foi possível propor e avaliar medidas para que os possíveis erros construtivos que dão origem as anomalias asfálticas sejam amenizadas, contribuindo tanto para os cofres públicos, como para população e a cidade que se beneficia do sistema de esgoto sanitário. Sendo possível fazer uma avaliação entre o serviço prestado, e o que é indicado pela norma a ser realizado. Diante da situação que foi avaliada na área estudada, foi realizada uma inspeção visual, utilizando régua, caneta e câmera fotográfica. As imagens coletadas foram comparadas as com as imagens apresentadas na norma do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT 005/2003, onde foi possível identificar manifestações patológicas como desgaste, remendos, exsudação, recalque, buraco superficial e profundo, etc. As correções pontuais das anomalias foram agrupadas por tipologia, de acordo a norma do DNIT 154/2010 – ES, manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT e Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros. As anomalias identificadas, muitas estão associadas a execução, sendo relatado no presente trabalho não conformidade com as diretrizes, e a ausência de gerenciamento da obra, uma vez que projetos essenciais deixaram de ser projetados, sendo inadmissível quando se pensa em qualidade e vida útil. Também foi observado a não realização do controle tecnológico e a falta de supervisão dos materiais. Outro ponto a ser observado, é a execução da obra em meses chuvosos podendo assim agravar as chances de futuros reparos no pavimento. Como profissionais, devemos sempre pensar em qualidade e custo. E já que existem diretrizes e normas que servem como recomendações a fim de reduzir eventuais problemas futuros, sendo de grande importância que as mesmas sejam aplicadas, sendo assim, teríamos um decréscimo significativo de correções futuras no pavimento devido a manifestações patológicas, melhorando assim o desempenho da via.

Palavras-chave: Esgoto Sanitário; Manifestações patológicas; Repavimentação.

ABSTRACT

SOUSA, Nayara Karoline Nascimento de. **EVALUATION OF THE PROCESS OF RECONSTRUCTION OF PAVEMENTS IN SEWAGE WORK, IN THE MUNICIPALITY OF PALMAS-TO.** 2019. 92 f. TCC (Graduation) - Civil Engineering Course, Lutheran University of Palmas, Palmas, 2019.

The networks of supply of services to the population, such as water supply, sewage and the like, are executed in the urban underground space, where in turn, in addition to the benefits they bring to the population, there are consequences of the implementation of these networks, especially when it comes to urban paving. The present work refers to a case study in the city of Palmas-Tocantins, where a diagnosis of crossings of a recal line was made. The work began in August 2018, being completed in early December 2018. Taking into account the passage of the sewage network under the asphalt pavement, the diagnosis of the floor reconstruction process was made due to the opening of ditches for the installation of sanitary sewage system and identification of the manifestations caused by the recomposition of the pavement. It was necessary to perform the dimensioning of the flexible pavement by the method of the National Department of Road and Road-DNER, for the interventions. From the study of the method of execution used, it was possible to propose and evaluate measures so that the possible constructive errors that gives origin to asphalt anomalies are mitigated, contributing both to the public coffers and to the population and the city that benefits themselves from the sewage system. It is possible to make an evaluation between the service provided, and what is indicated by the standard to be performed. Given the situation that was evaluated in the studied area, a visual inspection was performed, using ruler, pen and camera. The images collected were compared with the images presented in the standard of the National Department of Transport Infrastructure - DNIT 005/2003, where it was possible to identify pathological manifestations such as wear, patches, exudation, repression, shallow and deep hole, etc. The specific corrections of the anomalies were grouped by typology, according to the standard of DNIT 154/2010 - ES, manual for the restoration of asphalt pavements of DNIT and Asphalt Paving: Basic Training for Engineers. The anomalies identified, many are associated with execution, being reported in the present work non-compliance with the guidelines, and the lack of management of the work, since essential projects are no longer designed, being inadmissible when one thinks about quality and service life. It was also observed the non-realization of technological control and the lack of supervision of materials. Another point to be observed is the execution of the work in rainy months and thus can aggravate the chances of future repairs on the pavement. As professionals, we should always think about quality and cost. In addition, since there are guidelines and standards that serve as recommendations in order to reduce any future problems, and they are of great importance to be applied, so we would have a significant decrease in future corrections on the pavement due to pathological manifestations, improving this way the performance of the pathway.

Keywords: Sewage; Pathological manifestations; Repaving.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Flexível.....	19
Figura 2: Concreto- Cimento	19
Figura 3: Estrutura de pavimento-tipo	20
Figura 4: Dimensionamento das camadas	26
Figura 5: Trinca transversal.....	29
Figura 6: Trinca longitudinal.....	29
Figura 7: Trinca de retração.....	30
Figura 8: Trinca interligada – Tipo “couro de jacaré”	30
Figura 9: Trinca interligada – Tipo “bloco”.....	31
Figura 10: Afundamento plástico na trilha de roda.....	32
Figura 11: Afundamento por consolidação em trilha de roda.....	32
Figura 12: Ondulação.....	33
Figura 13: Corrugação.....	33
Figura 14: Escorregamento do revestimento.....	34
Figura 15: Exsudação.....	34
Figura 16: Desgaste.....	35
Figura 17: Panela ou Buraco.....	35
Figura 18: Execução do Remendo Profundo.....	36
Figura 19: Remendo bem executado.....	37
Figura 20: Remendo mal executado.....	37
Figura 21: Deterioração das áreas do pavimento próximas à vala.....	38
Figura 22: Ruptura do pavimento reconstituído.....	38
Figura 23: Recalque do pavimento reconstituído.....	38
Figura 24: Reconstituição do pavimento acima do nível.....	38
Figura 25: Escamação ou Degradação.....	39
Figura 26: Sistema Individual.....	40
Figura 27: Sistema Unitário.....	41
Figura 28: Sistema Separador Absoluto.....	41
Figura 29: Locação da vala.....	42
Figura 30: Colocar cavaletes (a) e colocar cone (b).....	43

Figura 31: Rompimento da Pavimentação.	44
Figura 32: Escavação da Vala.....	44
Figura 33: Escoramento.	45
Figura 34: Assentamento da tubulação.....	46
Figura 35: Reenchimento.	47
Figura 36: Reposição Asfáltica.....	48
Figura 37: Intervenções estudadas	51
Figura 38: Fluxograma da metodologia do estudo	52
Figura 39: Fluxograma das etapas executivas.....	54
Figura 40: Como deveria ter sido executada a rede.....	55
Figura 41: Sinalização	56
Figura 42: Rompimento da pavimentação.....	56
Figura 43: Corte não retilíneo.....	57
Figura 44: Escavação mecânica	58
Figura 45: Escavação manual	58
Figura 46: Como foi executada a rede	64
Figura 47: Perfil das camadas.....	68
Figura 48: Localização da primeira travessia	70
Figura 49: 1º Travessia	70
Figura 50: Abaulamento	71
Figura 51: Desgaste na intervenção.....	71
Figura 52: Buracos Superficial e Profundo.....	72
Figura 53: Exsudação	73
Figura 54: Localização da Segunda travessia.....	73
Figura 55: 2º Travessia	74
Figura 56: Desgaste	75
Figura 57: Buraco Superficial	75
Figura 58: Buraco Profundo	76
Figura 59: Localização da Terceira travessia.....	77
Figura 60: 3º Travessia	77
Figura 61: Remendos.....	78
Figura 62: Exsudação	79
Figura 63: Recalque	79
Figura 64: Buraco Profundo	80

Figura 65: Afundamento plástico na trilha de roda	81
Figura 66: Trincas entre o remendo e o pavimento existente	81
Figura 67:Localização da Quarta travessia	82
Figura 68: 4º Travessia	82
Figura 69: Desgaste	83
Figura 70: Painela	84
Figura 71: Remendos	85
Figura 72: Trincas entre o remendo e o pavimento existente	85

Lista de Fórmulas

Fórmula 1: Volume médio diário anual.....	23
Fórmula 2: Número “N”	24
Fórmula 3: Fator de eixo.....	24
Fórmula 4: Fator veículo.....	24
Fórmula 5:Determinação da espessura de base acrescentada com revestimento....	27
Fórmula 6: Determinação da espessura da camada de base.....	27
Fórmula 7: Determinação da espessura da camada de sub-base.....	27
Fórmula 8: Determinação reforço Subleito.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Qualidade de estimativas de contagem.....	22
Tabela 2:Métodos e nível de precisão usando contadores manuais.....	23
Tabela 3: Fatores de equivalência de carga por eixo.....	24
Tabela 4:Coeficientes de equivalência estrutural.....	25
Tabela 5:Espessura mínima do revestimento.....	26
Tabela 6: Classificação das vias e parâmetros de tráfego.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental
CBR	California Bearing Ratio
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DN	Diâmetro Nominal
DNER	Departamento Nacional de Estrada e Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de infraestrutura de Transportes
FC	Fator de carga
FE	Fator de eixo
FV	Fator veículo
IP	Índice de plasticidade
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NR	Norma Regulamentadora
PV	Poço de Visita
TER	Terminologia
VMD	Volume médio diário
VMDa	Volume médio diário anual

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 OBJETIVO GERAL	17
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.2 JUSTIFICATIVA	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 DEFINIÇÃO DE PAVIMENTO	18
2.2 CLASSIFICAÇÃO DO PAVIMENTO	18
2.3 ESTRUTURA DO PAVIMENTO FLEXÍVEL	19
2.3.1 SUBLEITO.....	20
2.3.2 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO.....	20
2.3.3 REFORÇO DO SUBLEITO.....	20
2.3.4 SUB-BASE.....	21
2.3.5 BASE.....	21
2.3.6 REVESTIMENTO	21
2.4 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”	22
2.4.1 VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL (VMDA).....	23
2.4.2 FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA POR EIXO (FC)	23
2.4.3 OBTENÇÃO DO NÚMERO “N”	24
2.5 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL	24
2.6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS.....	28
2.6.1 CONCEITO DE PATOLOGIA	28
2.6.2 TERMINOLOGIA E TIPOS DE DEFEITOS.....	28
2.6.2.1 FISSURA	28
2.6.2.2 TRINCA	28
2.6.2.2.1 TRINCA ISOLADA	28
2.6.2.2.2 TRINCA INTERLIGADA.....	30
2.6.2.3 AFUNDAMENTO	31
2.6.2.3.1 AFUNDAMENTO PLÁSTICO.....	31
2.6.2.3.2 AFUNDAMENTO DE CONSOLIDAÇÃO.....	32
2.6.2.4 ONDULAÇÃO OU CORRUGAÇÃO	32
2.6.2.5 ESCORREGAMENTO.....	33

2.6.2.6 EXSUDAÇÃO.....	34
2.6.2.7 DESGASTE.....	35
2.6.2.8 PANELA OU BURACO	35
2.6.2.9 REMENDO	36
2.6.2.9.1 REMENDO PROFUNDO.....	36
2.6.2.9.2 REMENDO SUPERFICIAL	37
2.6.3 DEFEITOS EXECUTIVOS NA REPAVIMENTAÇÃO DE VALAS	38
2.6.4 PROCESSO ADEQUADO DE REPARO.....	39
2.7 SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO	39
2.7. EXECUÇÃO DA OBRA DE ESGOTO SANITÁRIO.....	42
2.7.1 DIRETRIZES DE PROJETO	42
2.7.2 DIRETRIZES DE EXECUÇÃO	42
3. METODOLOGIA.....	50
3.1 DESENHO DO ESTUDO	50
3.2 OBJETO DE ESTUDO	51
3.3 COLETA E AVALIAÇÃO DOS DADOS.....	52
3.4 COLETA DE DADOS.....	53
3.4.1 DE ACORDO COM AS NORMAS NBR 9649(ABNT, 1986) NBR 9814 (ABNT, 1987), NBR 12266 (ABNT, 1992), ESSAS SÃO AS ETAPAS EXECUTIVAS:.....	54
3.4.2 COMO FOI EXECUTADA A REDE.....	55
3.4.3 OBTENÇÃO DO NÚMERO “N”	62
3.4.4 EXPECTATIVAS DAS CAMADAS PELO NÚMERO “N”	62
3.5 CLASSIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	63
3.6 CAUSAS E SUGESTÕES PARA PROCEDIMENTOS DE REPAROS	63
4 RESULTADOS	64
4.1 A NÃO CONFORMIDADE COM A NORMA A EXECUÇÃO DA REDE DE ESGOTO SANITÁRIO.....	64
4.2 ESTUDO DE TRÁFEGO PARA OBTENÇÃO DO NÚMERO “N”	66
4.3 EXPECTATIVA DAS CAMADAS ESTIMADA PELO NÚMERO “N”	66
4.4 PROCEDIMENTO PARA LEVANTAMENTO “IN LOCO”.....	68
4.4.1 ANÁLISE DOS TRECHOS.....	69
4.4.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS NOS TRECHOS E POSSÍVEIS CAUSAS	70

4.4.2.1 AV. JOAQUIM TEOTÔNIO SEGURADO.....	70
4.4.2.2 AVENIDA TLO 03 – TAQUARI	73
4.4.2.3 AVENIDA TLO 03 – TAQUARI	77
4.4.2.4 AVENIDA TLO 03 – TAQUARI	82
4.5 SOLUÇÕES	86
4.5.1 ABAULAMENTO	86
4.5.2 DESGASTE.....	86
4.5.3 BURACO SUPERFICIAL E PROFUNDO	86
4.5.4 EXSUDAÇÃO	86
4.5.5 RECALQUE	86
4.5.6 AFUNDAMENTO PLÁSTICO.....	87
4.5.7 TRINCAS ENTRE O REMENDO E O PAVIMENTO EXISTENTE.....	87
4.5.8 REMENDOS	87
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	88
REFERÊNCIAS	90

1.INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional, o investimento em saneamento básico é item primordial para o bem-estar da população, visando a qualidade de vida de todos. Sendo assim, a infraestrutura urbana é indispensável na urbanização de uma cidade, elemento fundamental quando se trata do desenvolvimento social e econômico.

As redes de fornecimento de serviços à população, como abastecimento de água, esgoto e afins, são executadas no espaço subterrâneo urbano, onde por sua vez, além dos benefícios que trazem à população, existe consequências da implantação dessas redes, principalmente quando se trata da pavimentação urbana.

A gestão dessas redes subterrâneas é necessária para a redução de gastos, principalmente com reparos com a repavimentação, serviço que tem um valor considerável aos cofres públicos. A pavimentação, sendo uma obra visível aos olhos da população, geralmente é projetada e executada primeiro que as de saneamento, sendo essas, colocada em segundo plano.

É neste momento que o processo de execução do sistema de esgoto sanitário pode gerar danos a infraestrutura existente. Mesmo que a abertura de valas não seja algo tão complexo, a existência de possíveis prejuízo é sempre esperada.

Sendo um desses impactos, destaca-se a remoção asfáltica e danificação das vias públicas pavimentadas. Essas intervenções impactam de forma negativa a qualidade da pavimentação, sendo que a recomposição e repavimentação do pavimento sobre as valas são procedimentos que exigem cuidado em todas as etapas, visando assim a redução com manutenções corretivas após a execução.

Contudo, seria interessante que as redes subterrâneas fossem implantadas fora do eixo de rolamento, de preferência nos passeios de pedestres, sendo que os impactos seriam relativamente menores, comparando com a execução sob a pavimentação, evitando assim problemas estruturais, desconforto de rolamento e visual aos usuários.

O presente trabalho refere-se a um estudo de caso na cidade de Palmas-Tocantins, onde foi realizado diagnóstico de travessias de uma linha de recalque, levando em consideração a passagem da rede de esgoto pelo pavimento asfáltico, fazendo assim um estudo de avaliação do processo de recomposição, desde o corte do pavimento para a execução da vala do sistema de esgoto, até a repavimentação, dando ênfase

as formas construtivas aplicadas ao caso e as manifestações patológicas causadas pela recomposição do pavimento.

A partir do estudo do método de execução utilizado, foi possível propor e avaliar medidas para que os possíveis erros construtivos que dão origem as manifestações patológicas sejam amenizadas, contribuindo tanto para os cofres públicos, como para população e a cidade que se beneficia do sistema de esgoto sanitário. Onde foi possível fazer uma avaliação entre o serviço prestado, e o que é indicado pela norma a ser realizado.

Diante da situação que foi avaliada na área estudada, foi possível sugerir medidas para possíveis soluções a fim de não potencializar novas manifestações patológicas, visando uma eficaz e sucessiva alternativa da engenharia civil de minimizar os impactos sofrido pelo pavimento, aumentando assim sua vida útil a qual foi projetado.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar diagnóstico do processo de reconstrução de pavimentos devido a abertura de valas para instalação de sistema de esgoto sanitário, no município de Palmas-TO.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar a recomposição do pavimento na execução da rede de esgoto sanitário;
- Realizar o dimensionamento do pavimento flexível pelo método do DNER, para as intervenções;
- Identificar as manifestações patológicas encontradas nas intervenções estudadas, apontando possíveis causas;
- Sugerir possíveis soluções para as manifestações patológicas causadas pela recomposição do pavimento.

1.2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho justifica-se pela importância da avaliação de execução e planejamento prévio de obras de infraestrutura de uma cidade. Quando se inverte a sequência lógica de obras a serem executadas, pode-se prever um maior gasto em relação a estas intervenções.

Para evitar esse tipo de situação, sugere-se uma melhor gestão em relação a infraestrutura urbana, a partir disso, é possível ter uma redução de gastos com correções, manutenções e repavimentação urbana, garantindo o desempenho estrutural a qual foi projetado e a vida útil do pavimento, o que é de grande importância na engenharia civil.

Ao se fazer esta avaliação do processo de execução de repavimentação das valas para a instalação do sistema de esgoto, pretende-se identificar anomalias oriundas da reconstrução asfáltica, avaliando os processos de recomposição, de modo a minimizar as manifestações patológicas. Sendo necessário conhecer o estado do pavimento por onde a rede de esgoto passa e indicar a recuperação ideal para cada caso, classificar e verificar as possíveis causas e soluções dos problemas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEFINIÇÃO DE PAVIMENTO

Os pavimentos são projetados para resistirem às solicitações de cargas constantemente dentro do tempo de projeto sem que ocorram danos estruturais fora do previsto.

Segundo Bernucci et al. (2010) o pavimento é definido como uma estrutura de várias camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície de terraplenagem, visando suportar esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e também proporcionando aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

O dimensionamento adequado da estrutura do pavimento deve-se ao conhecimento das propriedades dos materiais, sua resistência, permeabilidade e deformabilidade. Conforme Senço (2007) define que pavimento é a estrutura construída sobre a terraplanagem e instituída, técnica e economicamente para:

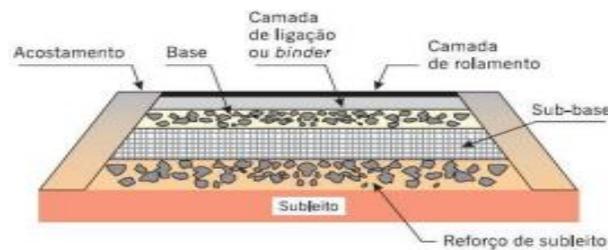
- a) resistir aos esforços verticais gerados do tráfego e distribuí-los;
- b) Facilitar e melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança;
- c) Deve resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando mais durável a superfície de rolamento.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DO PAVIMENTO

Os pavimentos são classificados em flexíveis, semi - rígidos e rígidos. De acordo com Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (2006):

Flexível: é um pavimento constituído por uma base de brita, ou, por base de solo pedregulho, sendo revestido por uma camada asfáltica. Pode-se verificar a estrutura do pavimento flexível na figura 1.

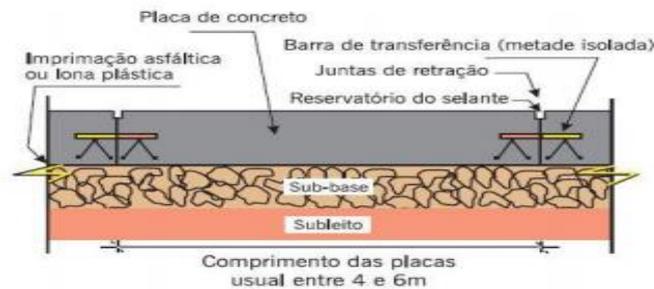
Figura 1: Flexível.



Fonte: BERNUCCI et al., (2010)

Rígido: é pavimento constituído por placas de concreto de cimento Portland. Pode-se verificar a estrutura do pavimento rígido na figura 2.

Figura 2: Concreto- Cimento



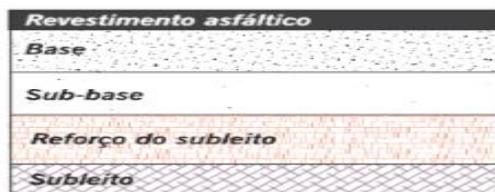
Fonte: BERNUCCI et al., (2010)

Semi-Rígido: é a composição dos dois pavimentos. Denominado por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como, por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.

2.3 ESTRUTURA DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

De acordo com Bernucci et al. (2010), os pavimentos flexíveis, são constituídos por várias camadas, sendo elas a camada superficial asfáltica (revestimento), sustentada sobre camadas de base, sendo esta, uma camada indispensável ao pavimento, posteriormente da sub-base e do reforço do subleito, compostas por materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem inclusão de agentes cimentantes. Na figura 3, pode-se observar a estrutura de pavimento-tipo.

Figura 3: Estrutura de pavimento-tipo



Fonte: BERNUCCI et al., (2010)

2.3.1 Subleito

É o terreno de fundação do pavimento (SENÇO, 1997, p. 15).

Os esforços que são impostos sobre sua superfície são aliviados em sua profundidade. Deve-se ter maior preocupação com as camadas superiores a ele, onde os esforços solicitantes atuam com maiores tensões.

2.3.2 Regularização do Subleito

“É a camada com espessura irregular, constituída sobre o subleito e destinada a conformá-lo, transversal e longitudinalmente, com o projeto” (SENÇO, 1997, p. 17).

Para a CNT (Confederação Nacional do Transporte) (2006), a camada de regularização possui espessuras variadas, não sendo obrigatória sua existência em alguns trechos. Além do mais, tem como função corrigir falhas da camada final de terraplenagem ou de um leito antigo de estrada não pavimentada.

2.3.3 Reforço do Subleito

Conforme Balbo (2007), o reforço do subleito, trata-se da camada de espessura constante sobre o subleito regularizado, tipicamente é um solo argiloso com qualidades superiores ao do subleito.

Segundo Senço (1997), o reforço do subleito é uma camada de espessura constante, feita quando necessário, acima da camada de regularização. De acordo com a norma do DNIT 138/2010 – ES, a camada de reforço do subleito é utilizada quando se torna necessário reduzir espessuras elevadas da camada superior, no caso a sub-base. Essas elevadas espessuras são causadas por uma baixa capacidade de suporte do subleito, ou seja, o subleito não é composto por um material ideal e com isso se torna necessário a inclusão da camada de reforço sob o subleito. Podendo assim trazer grandes economias.

2.3.4 Sub-Base

Localizada entre o subleito e a base, constituída de material de boa qualidade com capacidade de suporte das cargas. Segundo ABNT NBR 7207/1982, sub-base é uma camada para complementar a base ou para corrigir o subleito, quando por qualquer motivo não seja indicado construir o pavimento diretamente sobre o leito obtido na terraplenagem.

De acordo com o Senço (1997), a sub-base é uma camada complementar à camada de base. Seu material constituinte deverá ter características tecnológicas superiores às do reforço e o material da base deverá ser de melhor qualidade.

2.3.5 Base

Segundo Senço (1997, p. 20), a base é uma camada com objetivo de resistir as forças verticais provenientes do tráfego e distribuí-las. O pavimento pode ser considerado como sendo base e revestimento, no caso a base poderá ou não ser complementada pela sub-base e pelo reforço do subleito.

A camada de base é a mais importante camada, é exigida para distribuir os esforços para as camadas inferiores, fornece suporte estrutural para o pavimento.

2.3.6 Revestimento

Para Bernucci et al. (2010), os pavimentos são compostos de várias camadas, sendo que o revestimento é o responsável por receber mais diretamente as cargas dos veículos e as ações climáticas.

O revestimento asfáltico é a camada superior, além de ser responsável pela impermeabilização, sua função também é resistir a ação do tráfego, e transmiti-las as demais camadas do pavimento.

Para Senço (1997), revestimento é uma capa de rolamento ou, apenas, capa. É uma camada impermeável que recebe diretamente a ação do tráfego e destinada a melhorar a superfície de rolagem quanto às condições de conforto e segurança, além de resistir ao desgaste e com isso aumentando a durabilidade da estrutura.

2.4 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”

A determinação do número “N” tem como objetivo definir o pavimento se encontra a fim de se obter um novo dimensionamento. Essa condicionante tanto para reforço ou para qualquer intervenção é necessária para demanda do tráfego futuro. A seguir serão mostrados alguns elementos fundamentais que estão relacionados ao tráfego como: volume médio diário anual (VMDa); classificação da frota; carregamento da frota, fator de equivalência de carga e por fim a determinação do parâmetro do número “N” (DNIT, 2006b).

Segundo DNIT (2006b), os métodos de contagem são divididos sendo manuais ou contagens automáticas. A contagem manual é feita por pesquisadores no local onde deseja ser realizado esse parâmetro com o auxílio de cadernetas, fichas ou planilhas. Por outro lado, a contagem automática é realizada através de tubos pneumáticos, radares, equipamentos computadorizados e entre outros. A tabela 1 será mostrada a qualidade de estimativas para qualquer tipo de contagem, logo deve ser definido qual o nível de precisão, em seguida classificar o método de contagem manual.

Tabela 1: Qualidade de estimativas de contagem

Nível de precisão	90% de probabilidade do erro não ultrapassar	Interpretação da estimativa
A	5%	Excelente
B	5% a 10%	Satisfatória para todas as necessidades normais
C	10 % a 25%	Suficiente com estimativa grosseira
D	25 a 50%	Insatisfatória
E	mais de 50%	Inútil

Fonte: DNIT, 2006b

A tabela 2 a seguir é mostrada os métodos manuais de contagem de volume de tráfego usando contadores manuais.

Tabela 2: Métodos e nível de precisão usando contadores manuais

Método	Nível de Precisão	Variações aceitáveis	Observações
(1) - Contagem durante 1 hora, em um dia de semana, entre 9 a.m. e 6 p.m.	D	A contagem pode ser estendida	
(2) - Contagem em um dia de semana, de 6 a.m. até 10 p.m.	C ou D		
(3) - Contagem entre 6 a.m. e 10 p.m. de 5ª Feira até Domingo	C	Pode ser estendida para dias incluindo 2ª Feira	Para a semana use 5 x 5ª + Sábado + Domingo
(4) - Contagem entre 6 a.m. e 10 p.m. em 7 dias consecutivos	C		

Fonte: DNIT, 2006b

2.4.1 VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL (VMDA)

De acordo com DNIT (2006b), o volume médio diário anual pode ser determinado dos volumes do tráfego em relação à contagem volumétrica classificatória. Pode se determinar o tráfego futuro partir da avaliação do tráfego atual, que se obteve em relação às pesquisas realizadas em campo. As taxas de crescimento do tráfego poderão se embasar de acordo com séries históricas existentes, sendo dados socioeconômicos regionais. A seguir é apresentado na fórmula 1 a determinação do volume médio diário, de acordo com a taxa de crescimento anual.

Fórmula 1: Volume médio diário anual

$$VMD = VMD1 * [2 + (P - 1) * t / 100] / 2 \quad [1]$$

Onde:

VMD = volume médio diário considerando que o tráfego cresce de acordo com uma projeção aritmética t% ao ano;

VMD1 = é o volume de tráfego no ato da contagem;

P = período de projeto em anos;

t = taxa de crescimento anual, em porcentagem.

2.4.2 FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA POR EIXO (FC)

Conforme DNIT (2006b) o fator de equivalência de carga por eixo tem como objetivo fazer as conversões das diversas possibilidades de carga por eixo em números de eixo-padrão. A tabela 3 a seguir apresenta-se os fatores de equivalência de carga do USACE em relação ao tipo de eixo e a variação de carga em tonelada (t).

Tabela 3: Fatores de equivalência de carga por eixo

Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 – 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	≥ 11	$FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem triplo	0 – 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

Fonte: DNIT, 2006b

2.4.3 OBTENÇÃO DO NÚMERO “N”

O número “N” é expresso pela seguinte equação:

Fórmula 2: Número “N”

$$N = 365 * VMD * P * FV$$

O fator veículo (FV) fórmula 4 é o produto do fator de carga (tabela 2) pelo fator de eixo que é mostrado na seguinte fórmula:

Fórmula 3: Fator de eixo

$$FE = \frac{(FEa \times \text{passagens de a}) + (FEb \times \text{passagens de b})}{(\text{passagens de a} + \text{passagens de b})}$$

Assim o fator veículo é representado pela seguinte expressão:

Fórmula 4: Fator veículo

$$FV = FE * FC$$

2.5 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

Para o dimensionamento das camadas do pavimento flexível, todo o procedimento para determinação é pelo método do DNER ou Sousa (1981), que também é conhecido como método empírico e a principal variante para a determinação do dimensionamento é o CBR.

Com os dados já obtidos no laboratório referente ao: CBR e expansão de cada camada, índice de grupo, limite de liquidez e índice de plasticidade. Serão analisadas algumas condições e restrições gerais para o dimensionamento do pavimento assim como: para sub-bases granulares ou melhoradas com cimento o CBR deve ser maior ou igual a 20%; índice de grupo=0; expansão menor ou igual a 1% (sobrecarga de 4,536 kg), para bases granulares o CBR maior ou igual a 80% para número "N" $\geq 10^6$ se e se o número "N" for inferior, pode ser considerado CBR de base \geq a 60%; expansão \leq a 0,5% (sobrecarga de 4,536 kg); limite de liquidez deve \leq a 25% e IP \leq a 6%. Em relação a qualquer tipo de camada granular a espessura mínima será de 150 mm e máxima de 200mm (BALBO, 2007).

O dimensionamento é feito na solução de fórmulas e realizado da camada superior para inferior com base no valor de CBR. Para a sub-base será sempre fixado um valor de CBR igual a 20%.

A tabela 4 mostra os coeficientes de equivalência estrutural dos materiais de cada camada.

Tabela 4: Coeficientes de equivalência estrutural

Componentes do pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: DNIT, 2006a

A tabela 5 determina-se a espessura mínima do revestimento em função da terminação do número “N”.

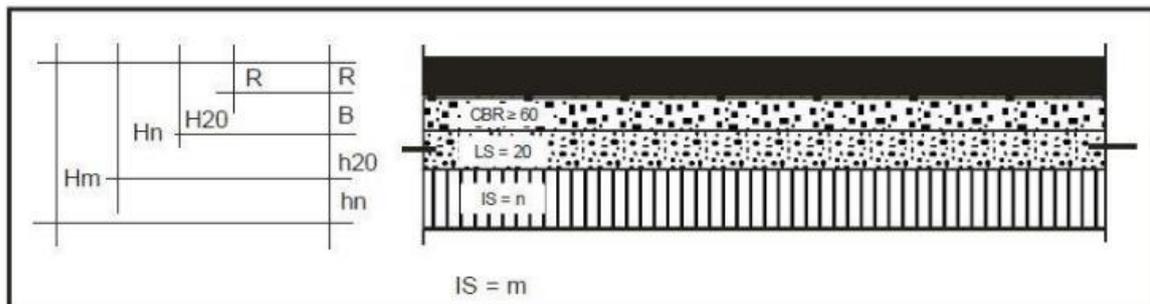
Tabela 5: Espessura mínima do revestimento

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT, 2006a

O dimensionamento do pavimento é feito na solução das equações descritas com base na figura 4.

Figura 4: Dimensionamento das camadas



Fonte: DNIT, 2006a

Para obtenção das espessuras de cada camada do pavimento, devem-se ser usada as fórmulas seguintes, e seguindo o mesmo procedimento para determinação da espessura de H20, Hn, e Hm respectivamente pelas fórmulas 10, 11 e 12 conforme (DNIT, 2006a).

Fórmula 5: Determinação da espessura de base acrescentada com revestimento

$$H_{20} = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR - 0,598$$

Fórmula 6: Determinação da espessura da camada de base

$$R \times K_r + B \times k_b = H_{20}$$

Fórmula 7: Determinação da espessura da camada de sub-base

$$R \times K_r + B \times K_b + H_{20} \times K_s = H_n$$

Fórmula 8: Determinação reforço Subleito

$$R \times K_r + B \times K_b + H_{20} \times K_s + H_n \times K_n = H_m$$

Observação: Os valores do CBR são calculados em porcentagem (%).

Onde:

H eq = espessura da camada equivalente;

R = espessura do revestimento;

N = número "N";

CBR = valor do CBR da camada;

Kr = coeficiente de equivalência estrutural do revestimento;

Kb = coeficiente de equivalência estrutural da base;

Ks = coeficiente de equivalência estrutural da sub-base;

Kn = coeficiente de equivalência estrutural do reforço do subleito.

2.6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

2.6.1 Conceito De Patologia

A norma do DNIT (005/2003 – TER), diz que “patologia em pavimentos asfálticos é o estudo das doenças ou manifestações patológicas que podem vir a ocorrer no pavimento”.

As manifestações patológicas podem surgir a longo e curto prazo, muitas das vezes podem ser evitadas com manutenções periódicas. Para Bernucci et al., (2010) a avaliação dos defeitos na superfície objetiva avaliar o estado de condição da pavimentação, tem embasamento de verificar a atual condição e procura ter subsídios para alguma solução técnica, buscando a melhor solução e alternativas para restauração do pavimento.

2.6.2 Terminologia e Tipos de Defeitos

De acordo com DNIT (005/2003–TER), são classificados alguns termos empregados em defeitos de pavimentação flexível:

2.6.2.1 Fissura

Conforme norma do DNIT (005/2003 – TER), as fissuras são fendas que até então não acarretam questões operantes ao revestimento, somente reconhecível a vista de uma distância menor a 1,50 m, e por conta disso, não são destacadas quanto à importância das técnicas recente de avaliação do estado de superfície.

2.6.2.2 Trinca

Para a norma DNIT (005/2003 – TER), são fendas existentes no revestimento, são de fácil visualização, possuem aberturas superiores às das fissuras. Se apresentando em forma de trincas isoladas ou trincas interligadas.

2.6.2.2.1 Trinca Isolada

Segundo a norma do DNIT (005/2003 – TER), existem três tipos de trincas isoladas, a trinca transversal, a trinca longitudinal e a trinca de retração. São elas:

A) Trinca transversal: As trincas transversais são trincas isoladas que apresentam direção perpendicular ao centro da via. Caso sejam maiores que 100 cm, são

denominadas trincas transversais curtas. Do contrário, maiores que 100 cm, serão denominadas com trincas transversais longas (DNIT 005/2003 – TER). Conforme a figura 5:

Figura 5: Trinca transversal.



Fonte: DNIT (2003).

B) Trinca longitudinal: define-se como trinca paralelo ao eixo da via. Caso apresentar comprimento de até 100 cm é classificado como trinca longitudinal curta, e quando for maior a 100 cm é classificada como trinca longitudinal longa (DNIT, 2003). De acordo com a figura 6:

Figura 6: Trinca longitudinal.



Fonte: Pavimentação Asfáltica – Formação básica para engenheiros (2010).

C) Trinca de retração: é definida por ser uma trinca isolada atribuída ao fenômeno de retração térmica do material da cobertura, de base rígida ou semi-rígida subjacentes ao revestimento trincado, e não relacionada aos fenômenos de fadiga. (DNIT 005/2003 – TER). Conforme a figura 7 :

Figura 7: Trinca de retração.



Fonte: Pavimentação Asfáltica – Formação básica para engenheiros (2010).

2.6.2.2.2 Trinca Interligada

Conforme a norma do DNIT (005/2003 – TER), existem dois tipos de trincas interligadas, a do tipo “Couro de Jacaré” e a do tipo “Bloco”. São elas:

A) Trinca tipo “Couro de Jacaré”: junção de trincas interligadas e possui formas geométricas sem continuidade que tem identidade e aspecto ao couro de jacaré. Essa manifestação patológica pode ou não existir erosão intensa na borda. A figura 8 mostra a trinca tipo “couro de jacaré” com erosão.

Figura 8: Trinca interligada – Tipo “couro de jacaré”.



Fonte: Pavimentação Asfáltica – Formação básica para engenheiros (2010)

B) Trinca tipo bloco: conjunto de trincas interligadas que tem semelhança de blocos por lados bem definidos, podendo apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas (DNIT, 2003). A figura 9, mostra um exemplo de trinca interligada tipo bloco.

Figura 9: Trinca interligada – Tipo “bloco”.



Fonte: Pavimentação Asfáltica – Formação básica para engenheiros (2010)

2.6.2.3 Afundamento

Conforme Bernucci et al. (2010), os afundamentos são provenientes de modificações permanentes seja da camada betuminosa ou das demais subjacentes, inclusive o subleito.

Para o DNIT (005/2003 – TER), a deformação produzida pela depressão da superfície do pavimento que pode ser apresentada como afundamento plástico ou de consolidação.

2.6.2.3.1 Afundamento Plástico

Segundo norma do DNIT (005/2003 – TER), esse tipo de afundamento é determinado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, e é complementado de sollevamento. Se seu tamanho for de até 6 m, denomina-se afundamento plástico local. Caso seu alcance for maior a 6 m e se estiver ao longo da trilha de roda, denomina-se afundamento plástico da trilha de roda.

Conforme a figura 10:

Figura 10: Afundamento plástico na trilha de roda.



Fonte: Pavimentação Asfáltica – Formação básica para engenheiros (2010).

2.6.2.3.2 Afundamento de Consolidação

A norma do DNIT (005/2003 – TER), define afundamento de consolidação como sendo motivado pela concretização diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem a presença de solevamento. Se o seu alcance for até 6 m, denomina-se afundamento de consolidação local. Se o seu comprimento for maior que 6 m e estiver situado ao longo da trilha de roda, denomina-se afundamento de consolidação da trilha de roda. Conforme a figura 11:

Figura 11: Afundamento por consolidação em trilha de roda.

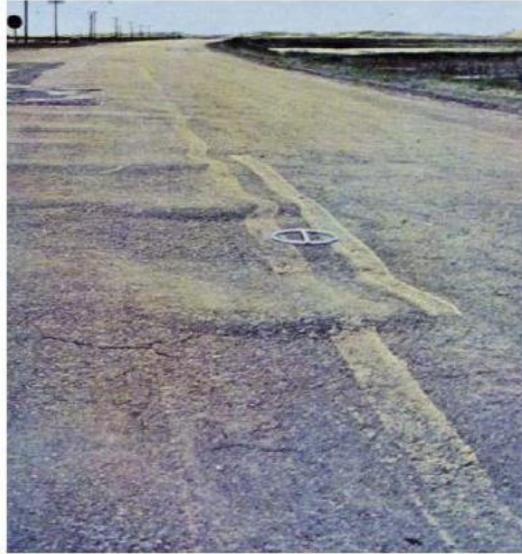


Fonte: Pavimentação Asfáltica – Formação básica para engenheiros (2010)

2.6.2.4 Ondulação ou Corrugação

De acordo com a Norma DNIT (005/2003 – TER), ondulações ou corrugações são deformações transversais no eixo da faixa de rolamento. Geralmente acontece em locais de frenagem. De acordo com as figuras 12 e 13.

Figura 12: Ondulação.



Fonte: DNIT (2003)

Figura 13: Corrugação.



Fonte: Pavimentação Asfáltica – Formação básica para engenheiros (2010)

2.6.2.5 Escorregamento

O Escorregamento é definido pelo DNIT (005/2003 – TER), como um arrasto da camada betuminosa em relação à sua camada subjacente, com surgimento de fendas em forma de meia-lua. Pode-se observar na figura 14 esse tipo de defeitos na superfície do pavimento.

Figura 14: Escorregamento do revestimento.



Fonte: Pavimentação Asfáltica – Formação básica para engenheiros (2010)

2.6.2.6 Exsudação

Para Bernucci et al. (2010), exsudação é caracterizada pela abundância de ligante na superfície, decorrentes do excesso desse ligante betuminoso na massa asfáltica, gerando aparecimento de manchas escuras no revestimento, conforme na figura 15.

Figura 15: Exsudação.



Fonte: Pavimentação Asfáltica – Formação básica para engenheiros (2010).

2.6.2.7 Desgaste

É definido pela norma (DNIT 005/2003 – TER), desgaste é produzido pela retirada sucessiva do agregado do pavimento asfáltico, sendo caracterizada por aspereza superficial do revestimento e pelos esforços tangenciais gerados pelo tráfego.

Bernucci et al. (2010), classifica desgaste ou desagregação, como sendo decorrente da perda de mástique junto aos agregados ou da soltura dos agregados da superfície. Na figura 16 é possível perceber essa anomalia.

Figura 16: Desgaste.



Fonte: DNIT (2003).

2.6.2.8 Panela ou Buraco

Segundo a norma DNIT (005/2003 – TER), painelas ou buracos são definidos como cavidades formadas na camada de revestimento do pavimento por diversas causas (falta de aderência entre camadas superpostas é uma delas), podendo também chegar até as camadas inferiores, provocando assim o desprendimento dessas camadas. Conforme a figura 17:

Figura 17: Panela ou Buraco.



Fonte: DNIT (2003).

2.6.2.9 Remendo

Conforme a norma do DNIT (005/2003 – TER), remendo é um buraco preenchido com a quantidade de camadas de pavimento necessária para total entupimento, bastante recorrente em operações conhecidas como “tapa-buraco”. São classificados como remendo profundo ou remendo superficial.

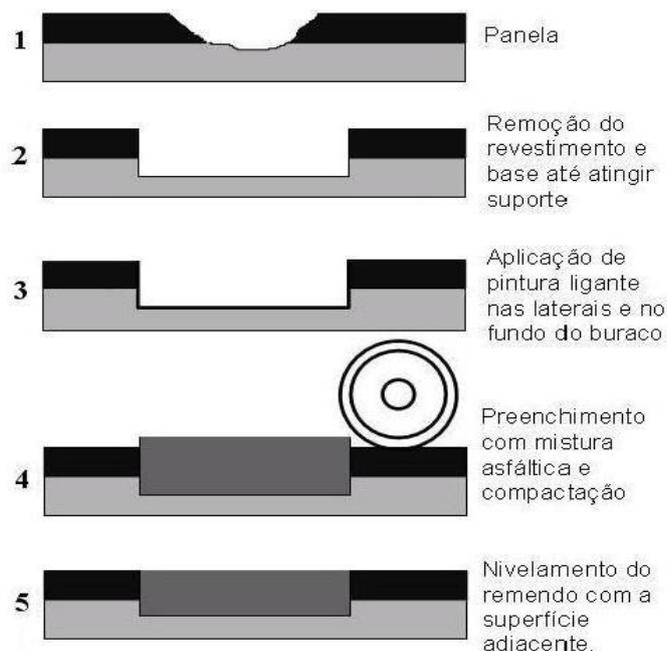
2.6.2.9.1 Remendo Profundo

Segundo a norma DNIT (005/2003 – TER), remendos profundos são aqueles que há substituição do revestimento, podendo ser de uma ou mais camadas que estão abaixo e é normalmente realizado de forma retangular, conforme a figura 18:

Em relação ao remendo profundo Stuchi (2005) instrui:

Neste método de reparo deve-se remover a água e a sujeira. Se a presença de água for a causa do defeito, deve ser efetuada a instalação de drenagem. O procedimento inicia-se com o corte em forma de retângulo da área a ser remendada. Esta área deve ser delimitada, em torno de 20 cm além das extremidades do buraco, e sua profundidade deve atingir uma camada com material consistente. Aplica-se ligante asfáltico nas faces verticais e no fundo da escavação, neste caso para impermeabilizar, caso o material seja granular. Deve-se lançar a mistura asfáltica contra as paredes verticais dos cortes, para evitar segregação, e seguir esparramando da extremidade para o centro. (STCHI, 2005, p. 39)

Figura 18: Execução do Remendo Profundo.



2.6.2.9.2 Remendo Superficial

De acordo com a norma DNIT (005/2003 – TER), o remendo superficial denominado sendo corretivo, em alguma área específica do revestimento pela aplicação de uma camada betuminosa.

Stuchi (2005) declara:

É o método de reparo mais utilizado, não só no Brasil. Consiste do simples lançamento da mistura asfáltica, sem cuidados prévios (limpeza e drenagem) ou posteriores (compactação). Embora não represente uma técnica adequada, sua elevada produtividade o torna muito popular entre as equipes de manutenção e reabilitação de pavimentos. (STCHI, 2005, p. 39)

As figuras a seguir mostram dois tipos de remendos encontrados, sendo na figura 19 o recorte bem executado, e na figura 20 um remendo mal executado:

Figura 19: Remendo bem executado.



Fonte: Pavimentação Asfáltica – Formação básica para engenheiros (2010).

Figura 20: Remendo mal executado.



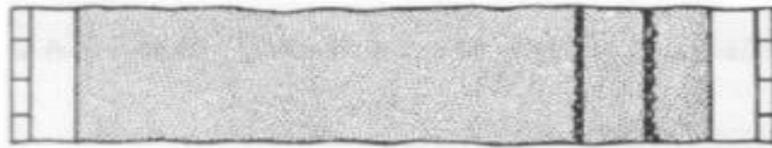
Fonte: Pavimentação Asfáltica – Formação básica para engenheiros (2010).

2.6.3 Defeitos Executivos na Repavimentação de Valas

A abertura e o fechamento de valas por concessionárias de serviços de infraestrutura urbanas, particularmente de água e esgoto podem acarretar vários problemas devido á repavimentação (Augusto Jr. et al., 1992 *apud* STUCHI, 2005, p. 42). Tais como:

- Deterioração das áreas do pavimento próximas à vala, devido à demora na recomposição ou não execução de corte das áreas afetadas. Conforme na figura 21.

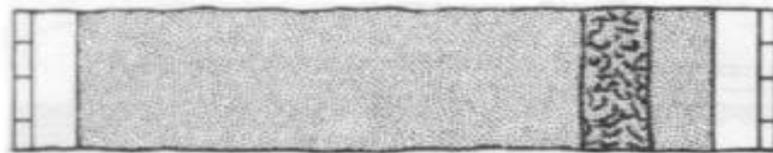
Figura 21: Deterioração das áreas do pavimento próximas à vala



Fonte: Augusto Jr. et al., (1992 *apud* STUCHI, 2005, p. 42)

- Ruptura do pavimento reconstituído, devido a insuficiência de espessura ou má execução. Conforme na figura 22.

Figura 22: Ruptura do pavimento reconstituído.



Fonte: Augusto Jr. et al., (1992 *apud* STUCHI, 2005, p. 42)

- Recalque do pavimento reconstituído, devido ao adensamento do solo de reaterro. Conforme na figura 23.

Figura 23: Recalque do pavimento reconstituído.



Fonte: Augusto Jr. et al., (1992 *apud* STUCHI, 2005, p. 42)

- Reconstituição do pavimento em nível acima da superfície do pavimento primitivo, causando grande desconforto aos usuários. Conforme na figura 24.

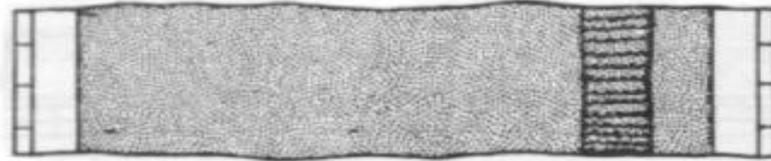
Figura 24: Reconstituição do pavimento acima do nível.



Fonte: Augusto Jr. et al., (1992 *apud* STUCHI, 2005, p. 42)

- Desagregação do revestimento asfáltico a quente, devido à compactação a baixa temperatura. Conforme na figura 25.

Figura 25: Escamação ou Degradação



Fonte: Augusto Jr. et al., (1992 *apud* STUCHI, 2005, p. 42)

2.6.4 Processo Adequado de Reparo

Referente ao processo adequado de reparo na repavimentação das valas (Augusto Jr. et al., 1992 *apud* STUCHI, 2005, p. 44) indicam os seguintes fatores a serem considerados:

- O tempo de execução do reparo deve ser o mais rápido possível, pois toda interrupção significa risco para o usuário;
- Os trechos a serem reparados devem ser os mais curtos possíveis, para não causar transtorno aos que utilizam a via;
- As mudanças frequentes na cor do pavimento, bem como o emprego de materiais diferentes do restante do revestimento, devem ser evitadas (conforto visual);
- A superfície do pavimento remanescente deve ter seu reparo nivelado, evitando, desse modo, superfícies irregulares (conforto auditivo).

2.7 SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO

O sistema de coleta de esgoto sanitário é caracterizado por ser uma obra que visa principalmente à saúde pública. Sendo um conjunto de instalações que proporciona a coleta, transporte e tratamento de forma adequada do esgoto da comunidade. Tendo normas a fim de estabelecer padrão e direcionamento correto desde a instalação do sistema até o destino final.

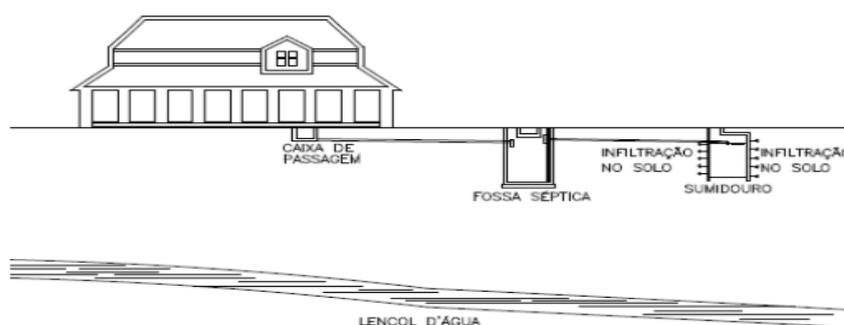
Segundo Rodrigues e Morelli (2011), o sistema coletivo de esgoto sanitário opera por gravidade, tem como objetivo coletar dejetos produzidos pela a população local, encaminhando pelas ligações da rede até o tratamento e lançamento final.

O lançamento de esgoto em lugares impróprios e a falta de tratamento do mesmo podem desencadear sérios problemas a saúde humana, e também ao meio ambiente. Conforme Chernicharo et al. (2008), a ausência dos sistemas adequados a destinação de dejetos, pode contribuir com diversas doenças transmissível ao homem. O lançamento do esgoto sem tratamento leva a poluição dos corpos hídricos, tornando os, impróprio ao consumo.

Segundo Chernicharo et al. (2008), o sistema de esgoto se divide em dois sistemas, o individual e o coletivo, sendo que o sistema coletivo se subdivide em outros dois sistemas, sendo o unitário e o sistema separador que pode ser condominial ou convencional.

Os sistemas individuais são utilizados em residência unifamiliar, onde o lançamento do esgoto doméstico passa por tanque séptico e depois para sumidouro onde ocorre a infiltração no solo. Conforme na figura 26.

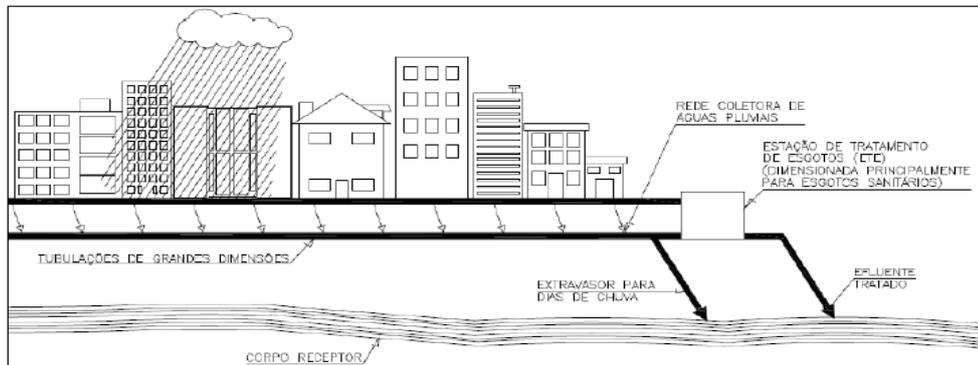
Figura 26: Sistema Individual.



Fonte: Barros et al. (1995)

Já os sistemas coletivos, ele se subdivide em sistema unitário, como mostra a figura 27, onde recebe águas pluviais provenientes de telhados e pátios das edificações, possuindo grandes dimensões das canalizações gerando custos elevados, menor flexibilidade de execução e obra de execução mais difícil e demorada.

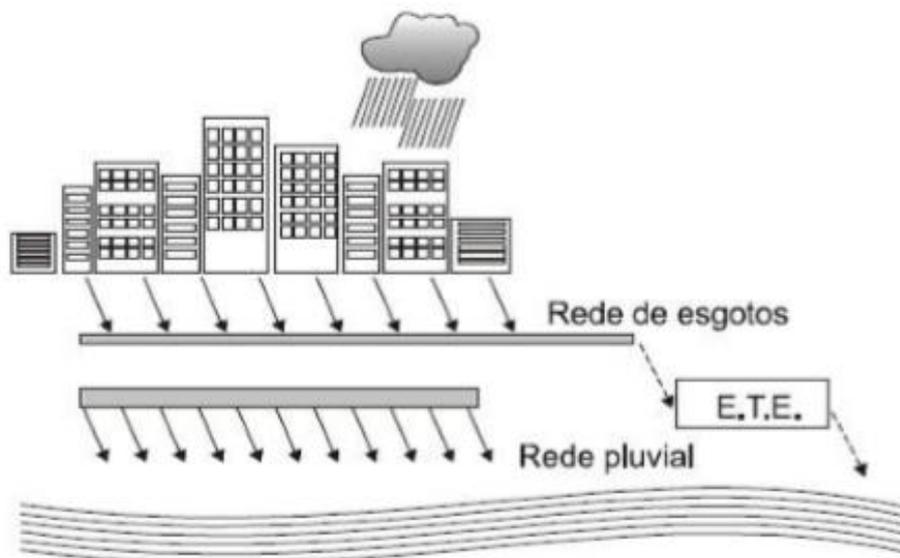
Figura 27: Sistema Unitário.



Fonte: Barros et al. (1995)

E o sistema separador absoluto, possui tubulações separadas, ou seja, uma exclusiva para a coleta de esgotos e outra para transportar as águas de chuva, menores dimensões das tubulações, redução de custos e prazos de construção e melhores tratamento dos esgotos, conforme a figura 28.

Figura 28: Sistema Separador Absoluto.



Fonte: Tsutya e Bueno (2004).

Um sistema de esgoto sanitário é constituído por diversos elementos, como os interceptores, os emissários, as elevatórias, estações de tratamento e redes coletoras.

2.7. EXECUÇÃO DA OBRA DE ESGOTO SANITÁRIO

2.7.1 Diretrizes de Projeto

Para um adequado funcionamento da rede de esgoto sanitário, como nas demais obras da construção civil, existem normas e bibliografias, apontando métodos para a execução do sistema, visando à qualidade operacional, de serviço e de materiais. Porém, para manter esse padrão, é necessário fazer estudos preliminares, conhecendo o local da implantação da obra.

Alguns princípios de projeto influenciam no resultado da pavimentação, por este motivo é necessário seguir com rigor as etapas construtivas indicadas pelas normas, minimizando assim, possibilidades de erro de projeto.

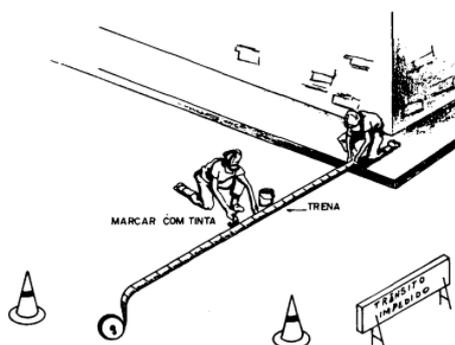
2.7.2 Diretrizes de Execução

Com a conclusão do projeto executivo e aprovação, inicia-se a execução da obra, sendo seguido de várias etapas construtivas para que se garanta a qualidade e controle dos serviços a serem realizados. Segundo a Norma Brasileira - NBR 9814 (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 1987), deve ser seguido às seguintes etapas abaixo:

a) Locação

Consiste na implantação do projeto para o terreno. É uma etapa que exige muita precisão, qualquer erro pode proporcionar um custo alto a correção. É feito o nivelamento do terreno de acordo com as cotas de projeto, com a declividade necessária para a implantação da tubulação. Locação dos piquetes para demarcar os pontos no terreno, locar os poços de visitas (PV), caixas de inspeção, dutos de passagem, e etc. Conforme a figura 29:

Figura 29: Locação da vala.

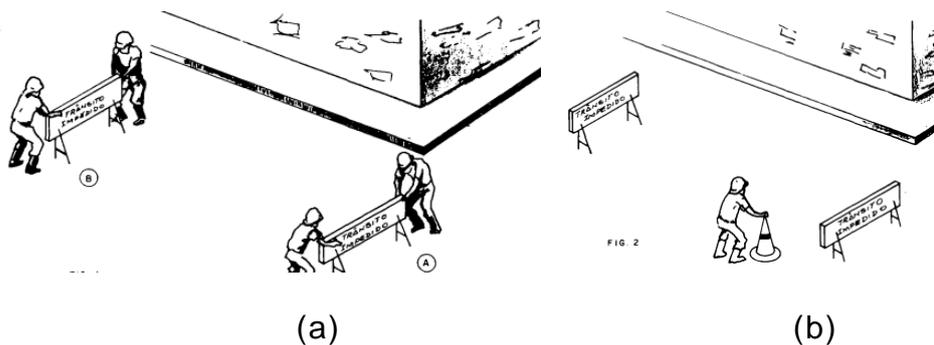


Fonte: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental- ABES (1978)

b) Sinalização

A sinalização de obras consiste num conjunto de elementos de fácil visualização, chamando atenção de todos que circulam naquela área, a fim de garantir segurança aos trabalhadores e usuários, permitindo assim, um tranquilo tráfego local. Conforme a figura 30:

Figura 30: Colocar cavaletes (a) e colocar cone (b).



Fonte: ABES (1978)

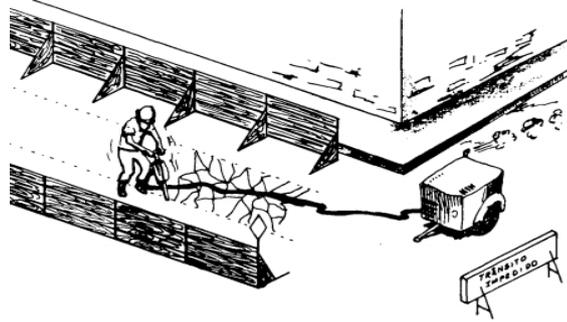
Segundo a NBR 9814(1987, p. 3), “A execução dos serviços deve ser protegida e sinalizada contra riscos de acidentes [...] por meio de cavaletes e tapumes [...] passagem livre e protegida para pedestres [...] dispositivos de sinalização em obediência às leis e regulamentos.”

c) Levantamento ou rompimento da pavimentação

O rompimento e remoção podem ser realizados tanto de forma mecânica ou manual, vai de acordo com empresa responsável e dificuldade encontrada. Após a demarcação de onde será implantada a rede de esgoto, ocorre a demolição da pavimentação. Como menciona a NBR 9814 (ABNT, 1987), recomenda-se um acréscimo de 20 cm da vala para cada lado no asfalto, e 5 cm para cada lado no passeio.

Após é possível fazer o rompimento, é preciso fazer a limpeza do local e pode-se reutilizar o material escavado em outras etapas da obra. Na figura 31, mostra como se faz o rompimento da pavimentação.

Figura 31: Rompimento da Pavimentação.



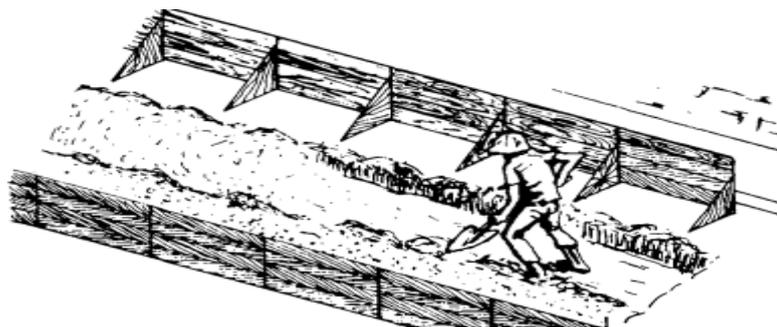
Fonte: ABES (1978)

d) Escavação

Conforme a NBR 9814 (1987, p. 3), “A vala somente será aberta quando forem confirmadas as posições de outras obras subterrâneas interferentes, e quando todos os materiais para a execução da rede estiverem disponíveis no local da obra.”

A escavação poderá ser feita mecânica ou manual, qual dos dois facilitar o andamento da obra e causar menos transtorno a circulação dos veículos esse que deverá dá a preferência. Entretanto, o fundo da vala deve ter manual a remoção o solo. De acordo com a NBR 9814 (1987) a largura deve ser em função das características da tubulação e do solo existente. Na figura 32 mostra a escavação manual.

Figura 32: Escavação da Vala.



Fonte: ABES (1978)

Algumas medidas devem ser estabelecidas de acordo com a norma NBR 9814 (1987, p. 3), “A largura livre de trabalho na vala deve ser, no mínimo, igual ao diâmetro do coletor mais 0,60 m, para profundidade até 2 m, devendo ser acrescida de 0,10 m para cada metro ou fração que exceder a 2 m.”

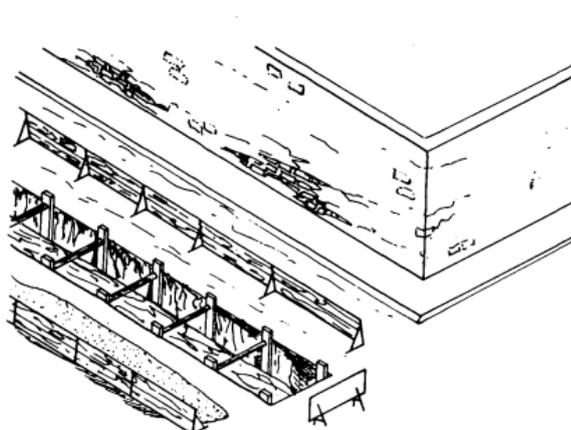
e) Escoramento

O escoramento é realizado em várias execuções de obras, principalmente quando tem risco de deslizamento e desmoronamento, colocando a vida dos trabalhadores em risco. Todo tipo de risco deve ser evitado, principalmente quando se tem uma profundidade considerável e solo não coeso. A norma indica que:

O escoramento não deve ser retirado antes de o reenchimento atingir 0,60 m acima do coletor ou 1,50 m abaixo da superfície natural do terreno, desde que este seja de boa qualidade. Caso contrário, o escoramento somente deve ser retirado quando a vala estiver totalmente reenchida. (ABNT, 1987, p. 4).

Existem vários tipos de escoramentos, entre eles o pontaleteamento, escoramento descontínuo, contínuo, metálicos e etc. A NBR 9814 (ABNT, 1987), afirma que, de acordo com as circunstâncias terreno, a profundidade da vala, é necessária a avaliação do responsável da obra, para indicar qual o tipo de escoramento deve ser. A figura 33 mostra exemplo de escoramento.

Figura 33: Escoramento.



Fonte: ABES (1978)

f) Esgotamento:

Quando a escavação atingir o lençol freático é necessário fazer o procedimento de esgotamento, que é a drenagem da água na vala. Stuchi (2005) declara:

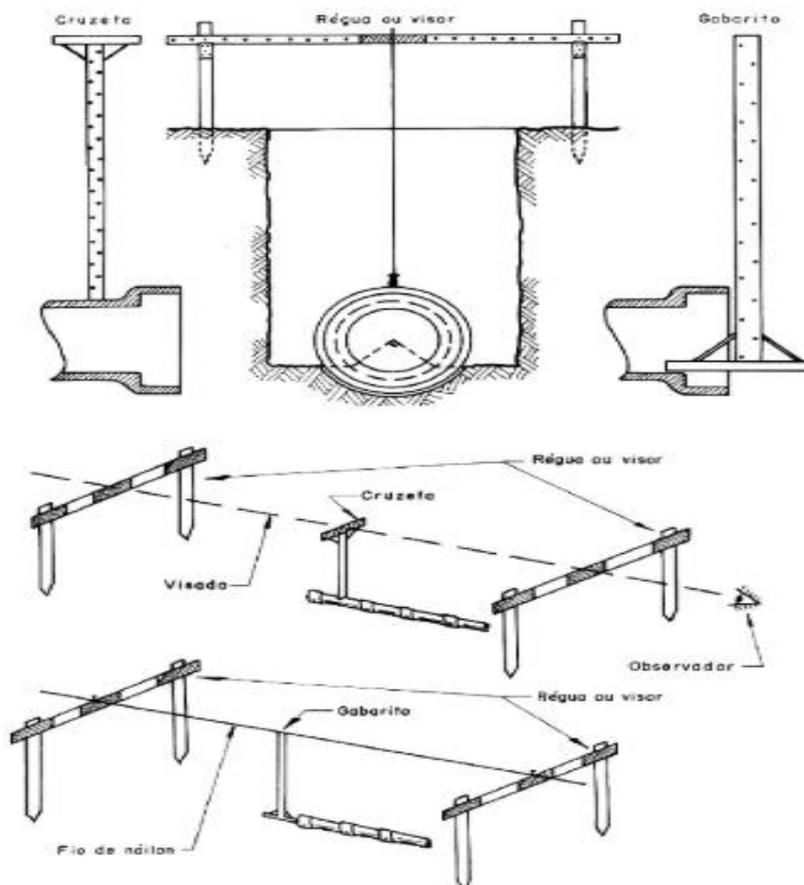
Sempre que houver esgotamento, deve-se atentar para um fator importantíssimo, que é o solapamento das bases das valas, com o posterior desmoronamento dos taludes. Esta precaução é maior quando a vala estiver próxima a muros ou fundações de prédios e posteação. Neste caso, adota-se medida de precaução que é o escoramento. (STUCHI, 2005, p. 34).

g) Assentamento, tipos de apoio e envolvimento:

Em relação ao assentamento “Os tubos e peças devem ser transportados, armazenados e manuseados com cuidado para se evitar danificá-los, devendo ser observadas as exigências da norma específica de cada material e as recomendações do fabricante.” (ABNT, 1987, p. 5).

Segundo a NBR 9814 (ABNT, 1987), o alinhamento do coletor será dado por fio de náilon. As réguas, cruzetas e gabarito devem ser de madeira de boa qualidade, pintadas de cores vivas. Mas para melhor precisão do assentamento, o greide deve ser determinado por meio de instrumentos topográficos. Conforme a figura 34:

Figura 34: Assentamento da tubulação.



Fonte: ABNT (1987)

h) Juntas:

Conforme a NBR 9814 (ABNT, 1987), antes da execução das juntas, deve avaliar as extremidades dos tubos, e fazer uma. As execuções das juntas devem atender as normas e especificação dos fabricantes.

i) Reenchimento:

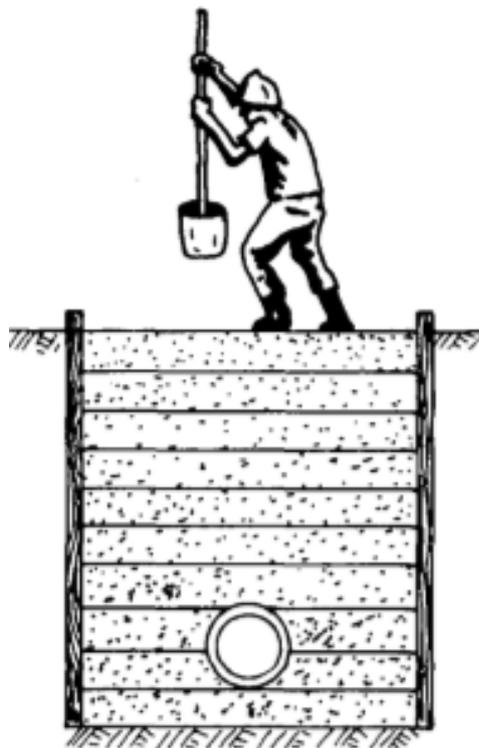
Este procedimento ocorre após o assentamento da tubulação, fazendo assim o reaterro da vala, necessariamente utilizando material de ótima qualidade, pois receberá cargas verticais atuante no pavimento sobre a tubulação.

Como orienta a NBR 9814 (ABNT, 1987):

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 camadas de 20 cm de espessura, compactadas mecanicamente, de sorte a adquirir uma compactação aproximadamente igual a do solo adjacente. (ABNT, 1987, p. 5).

Pode-se observar o reenchimento na figura 35:

Figura 35: Reenchimento.



Fonte: ABES (1978)

j) Poços de visita:

Os poços de visita, segundo a NBR 9814 (ABNT, 1987), compõem dessas etapas: Laje de fundo, câmara de trabalho ou balão, peça de transição, câmara de acesso ou chaminé e tampão.

k) Ligações prediais:

As ligações prediais devem ser executadas sempre que possível no mesmo tempo de a rede coletadora de esgoto. Conforme a NBR 9814 (ABNT, 1987), as peças e tubulação devem atender as normas, sempre visando às exigências indicadas pela mesma.

l) Ensaio de estanqueidade:

Esse ensaio visa identificar possíveis vazamentos da rede de esgoto, onde é importante a correta verificação e fiscalização.

Como orienta a NBR 9814 (ABNT, 1987):

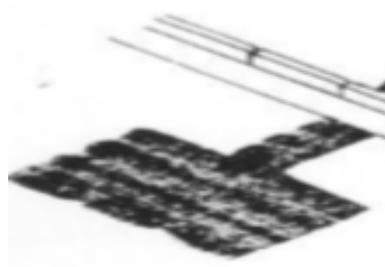
Os testes são executados com água após o fechamento da extremidade de jusante do trecho e as derivações são extremidades dos ramais de ligação dos prédios. Enche-se o coletor através do PV de montante, procurando-se eliminar todo o ar da tubulação e elevar a água até a borda superior do PV. (ABNT, 1987, p. 8).

m) Reposições:

Como na grande maioria das vezes a rede de esgoto sanitário é executada após a pavimentação, então após a instalação é necessário que se faça a reposição asfáltica nas valas, de preferência igual, ou melhor, a que estava. Conforme a NBR 9814 (ABNT, 1987), a repavimentação deve seguir o projeto e as diretrizes do município. Após a reposição, a área deve ser limpa removendo os sólidos presentes, deixando a via propícia ao tráfego.

A reposição asfáltica pode-se observar conforme a figura 36:

Figura 36: Reposição Asfáltica.



Fonte: ABES (1978)

n) Compactação do Revestimento:

De acordo com Bernucci et al. (2010, p. 389), "A compactação de uma camada asfáltica de revestimento aumenta a estabilidade da mistura asfáltica, reduz seu índice de vazios, proporciona uma superfície suave e desempenada e aumenta sua vida útil."

o) Cadastramento:

Posteriormente a conclusão da obra, de acordo com a norma NBR 9814 (1987, p. 8), "O Construtor deve apresentar à Fiscalização o desenho dos coletores, em planta e em perfil, incluindo as derivações (tês, junções a 45° ou selas) deixadas para as ligações prediais."

3. METODOLOGIA

É neste contexto que estabelece alternativas adotadas para que os objetivos apresentados nesse trabalho sejam obtidos.

3.1 DESENHO DO ESTUDO

Para atingir o objetivo do trabalho, através de uma resposta ao problema deste projeto, os métodos de pesquisa que se familiariza com o tema abordado são o descritivo e explicativo, adequando ao trabalho. Em relação às pesquisas descritivas “Tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 1988, p.46).

Já em relação às pesquisas explicativas, Gil escreve:

Tem como preocupação central identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Este é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o porquê das coisas. (GIL, 1988, p. 46).

Neste estudo iremos dedicar-se nas abordagens qualitativa e quantitativa. Sendo que a qualitativa é uma abordagem que não exige de uma mensuração em números, e sim características fazendo uma leitura da realidade do objeto. Como menciona Fachin (2006, p. 82), “As variáveis qualitativas são definidas por meio de uma descrição analítica, e não medidas ou contadas”. Já a quantitativa, é uma busca dos resultados através de quantificar os resultados. Fachin (2006, p. 78) descreve uma quantificação científica sendo “Um sistema lógico que sustenta a atribuição de números, cujos resultados sejam eficazes”.

Para adquirirmos um conhecimento essencial do tema do presente trabalho, desempenharemos uma revisão bibliográfica, onde nos dará base sobre o tema a ser discutido. “A pesquisa bibliográfica é, por excelência, uma fonte inesgotável de informações, pois auxilia na atividade intelectual e contribui para o conhecimento cultural em todas as formas do saber.” (FACHIN, 2006, p. 119).

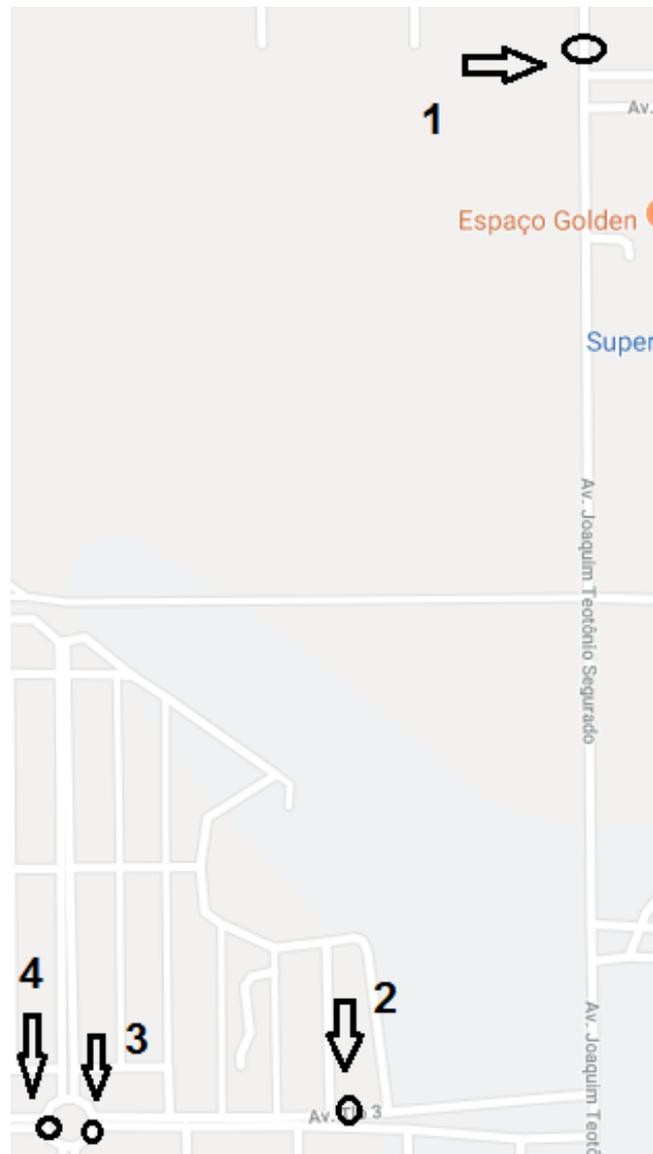
Para contribuir na busca e seleções de dados, serão usadas combinações possíveis para facilitar as buscas de informações entre elas Google acadêmico, Portal de

periódicos do CAPES em artigos científicos, dissertações de mestrado, artigos, revistas e etc.

3.2 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo do presente trabalho, foram quatro travessias, sendo três na Avenida TLO 03 - Taquari, e uma travessia na Avenida Teotônio Segurado, onde foi realizada uma avaliação da reconstrução do pavimento e repavimentação asfáltica, efetuada após a implantação da rede de recalque de esgotamento sanitário no Município de Palmas-TO. Na figura 37, pode-se observar a localização das intervenções a serem estudadas.

Figura 37: Intervenções estudadas

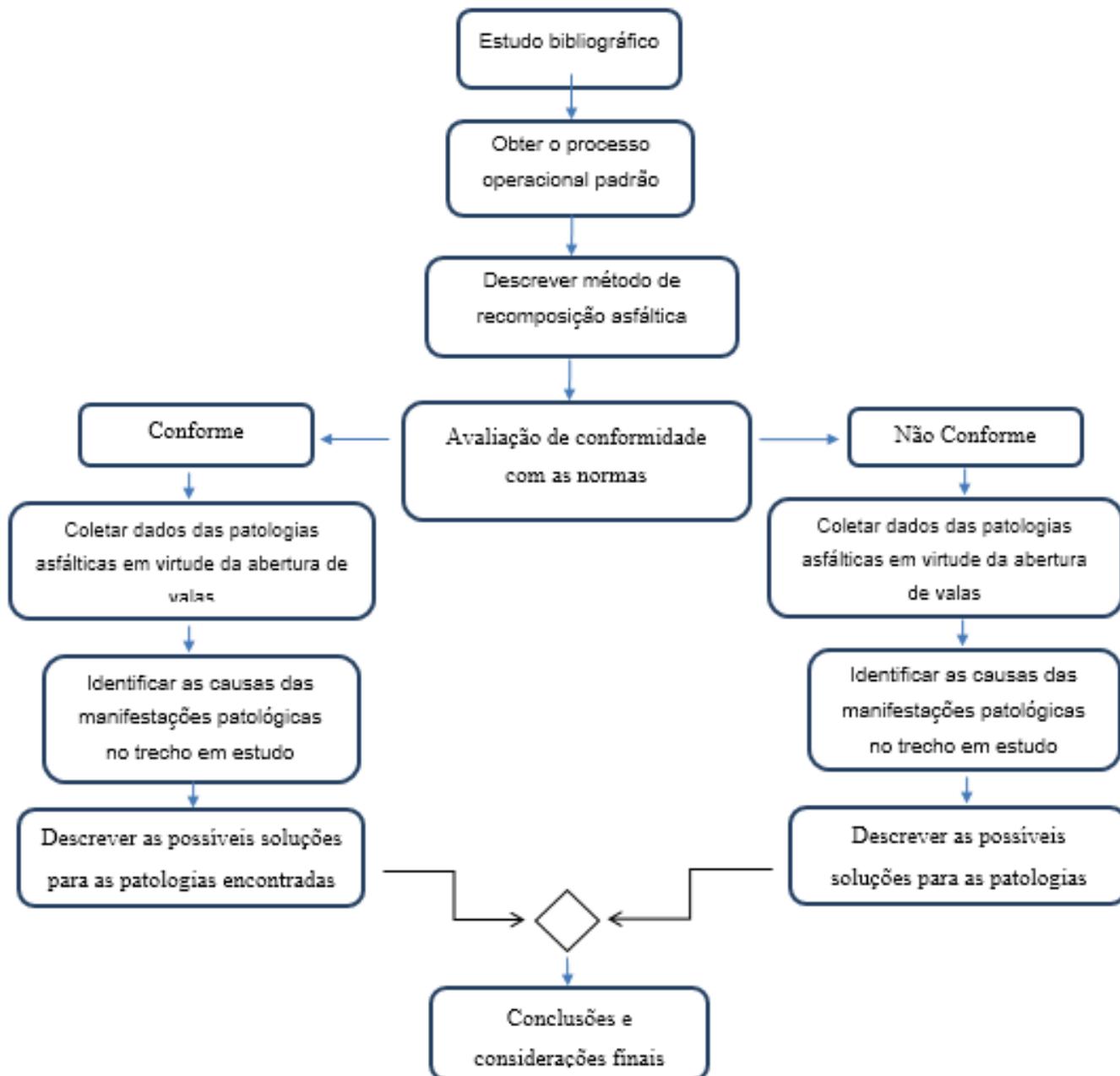


Fonte: Google Maps.

3.3 COLETA E AVALIAÇÃO DOS DADOS

Para alcançar os objetivos deste trabalho, o fluxo de pesquisa sucedeu conforme a figura 38 .

Figura 38: Fluxograma da metodologia do estudo



Fonte: Autor, 2019.

O trabalho consistiu na realização de um estudo de caso de travessias referente a linha de recalque da estação de tratamento de esgoto de Taquari, onde foram coletadas informações referentes à execução do sistema de esgoto sanitário, desde o corte no pavimento, até a repavimentação das valas.

O estudo foi iniciado através de pesquisas bibliográficas e normas técnicas referente à execução de redes de esgoto sanitário, repavimentação, e manifestações patológicas asfálticas.

Para o trabalho, foram cedidos por empresas contratadas para realizar a implantação da rede coletora de esgoto e repavimentação, fotos das etapas construtivas e relatos referente a obra. A partir disso, foi possível identificar as etapas de execução da rede de esgoto sanitário realizada. Com o conhecimento bibliográfico, foi possível avaliar as etapas construtivas conforme a NBR 9814, e a NBR 12266 em relação ao projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Sendo assim fazendo um comparativo de como se executou a rede, e de como deveria ter sido executada conforme as normas.

A obra teve início em Agosto de 2018, sendo finalizada em início de Dezembro 2018. A obra foi acompanhada por fiscais designados pela empresa contratante, sendo passado fotos de medições decorrente as etapas realizadas. Sendo supervisionada pelo encarregado contratado pela prestadora de serviço, bem como pelo engenheiro responsável.

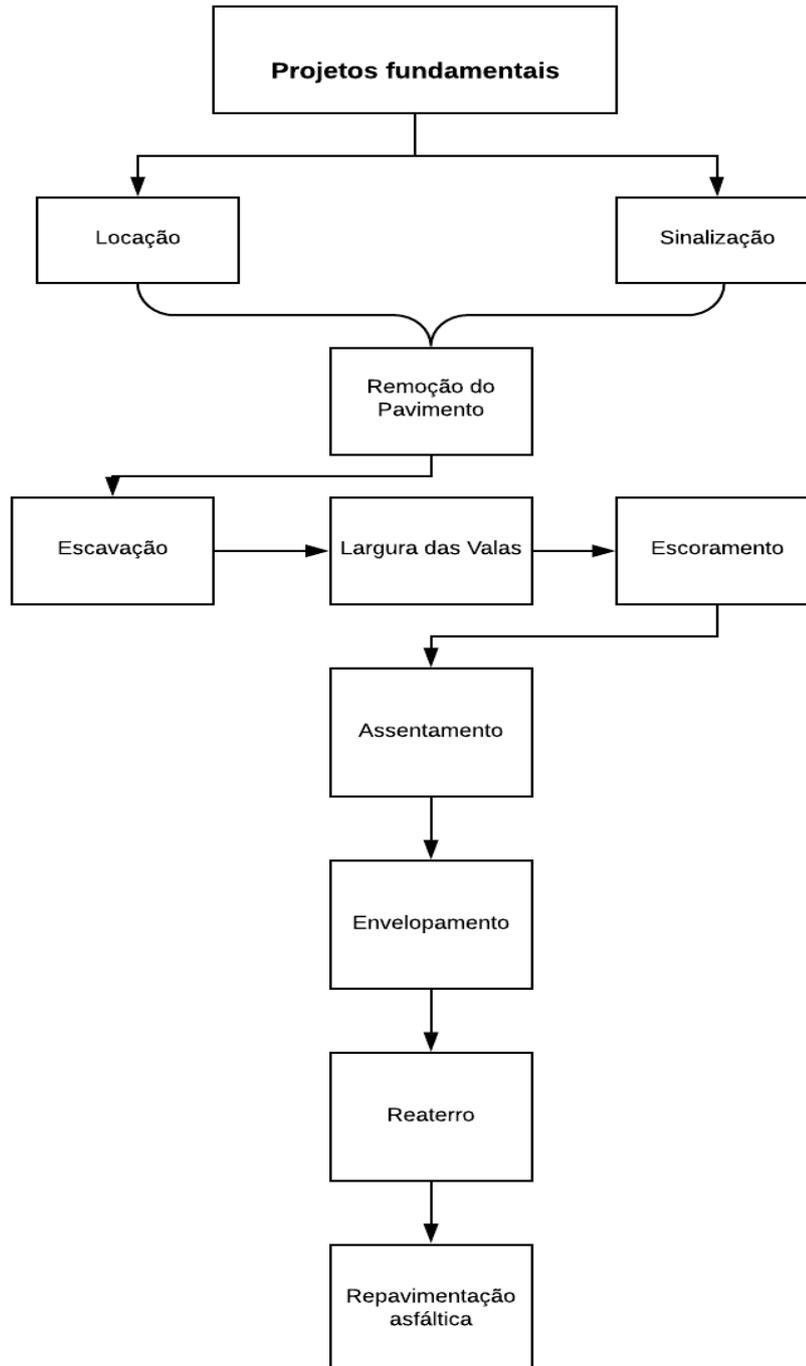
3.4 COLETA DE DADOS

Neste capítulo é apresentado como foi realizada as coletas dos dados. Para o desenvolvimento desta pesquisa, primeiramente foi realizado um levantamento das práticas usualmente adotada pelas empresas responsáveis pela obra. Os responsáveis técnicos das empresas explicaram como são executadas cada etapa e cedeu fotos da execução. Sendo possível realizar uma comparação do que foi executado, e de como deveria ser executado conforme as normas pertinentes, sendo elas NBR 9649, NBR 9814 e NBR 12266.

3.4.1 De acordo com as normas NBR 9649(ABNT, 1986) NBR 9814 (ABNT, 1987), NBR 12266 (ABNT, 1992), essas são as etapas executivas:

Na figura 39, pode-se observar as etapas construtivas:

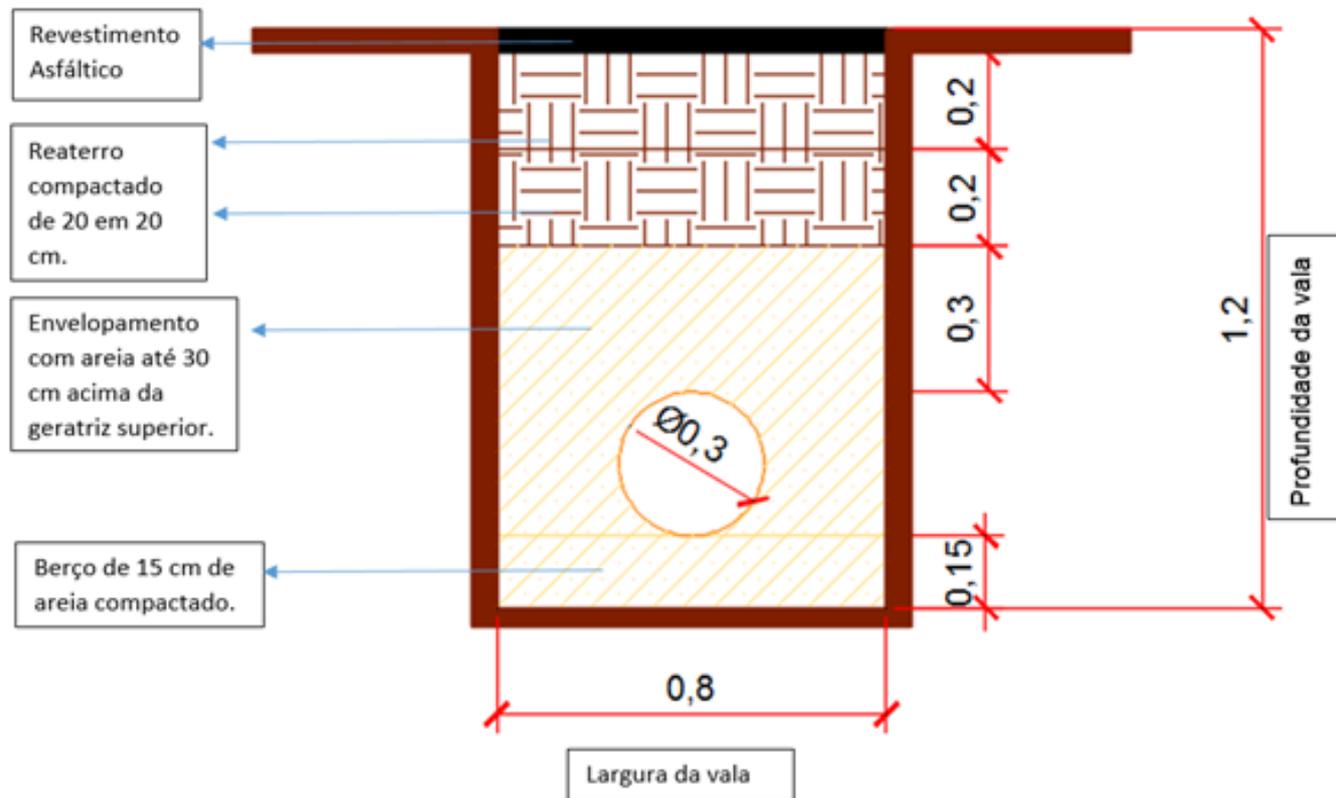
Figura 39: Fluxograma das etapas executivas.



Autor, 2019.

Na figura 40, pode-se observar o perfil da seção transversal:

Figura 40: Como deveria ter sido executada a rede



Fonte: Autor, 2019.

3.4.2 Como foi executada a rede

- **Projetos fundamentais:**

Em relação aos projetos fundamentais para a execução da rede de esgoto, o único que foi desenvolvido foi o de cadastro de instalações, sendo este já cedido pela concessionária, com o intuito cadastrar o traçado da nova rede executada pela empresa.

- **Locação:**

Como o caso de estudo é uma rede de recalque, ela não possui poço de visita, sendo a rede pressurizada. A locação se deu por meio de estacas. É uma etapa que exige muita precisão, qualquer erro pode proporcionar um custo alto a correção. É feito o nivelamento do terreno de acordo com as cotas de projeto, com a declividade necessária para a implantação da tubulação.

- **Sinalização:**

A sinalização foi executada conforme necessidade nas obras de implantação da rede. Foram utilizadas placas, tela tapume e cones de sinalização na cor laranja para impedir a circulação de pedestre e veículos nas áreas de risco de acidentes. A figura 41, ilustra alguns equipamentos de sinalização utilizados.

Figura 41: Sinalização



Fonte: Autor, 2019.

- **Rompimento da pavimentação:**

O rompimento da pavimentação se deu pela retroescavadeira, como mostra a figura 42.

Figura 42: Rompimento da pavimentação



Fonte: Autor, 2019.

Podendo observar na figura 43 que a remoção asfáltica não foi acrescida 30 cm para cada lado como recomenda a norma, onde pode-se observar um corte não retilíneo.

Figura 43: Corte não retilíneo



Fonte: Autor, 2019.

- **Escavação:**

A escavação da vala de princípio sendo executada mecanicamente com retroescavadeira, podendo ser observada na figura 44. Entretanto, o fundo da vala observa-se na figura 45 a remoção manual do solo. A profundidade escavada era observada através da ordem de serviço emitida pelo engenheiro responsável pela obra, a largura da vala dependia do tipo de tubulação e diâmetro. Este material foi sendo depositado próximo a vala, o que significa que esse material seria reutilizado posteriormente para reaterro, conforme decisão tomada pelo responsável técnico da obra.

Figura 44: Escavação mecânica



Fonte: Autor, 2019.

Figura 45: Escavação manual



Fonte: Autor, 2019.

- **Largura da Vala:**

Em função ao diâmetro, sendo do caso em estudo DN 300mm e profundidade de 1,20m, logo a largura foi de 0,80 m. Na figura 46, pode-se observar a largura da vala.

Figura 46:Largura da vala



Fonte: Autor, 2019.

- **Escoramento:**

Em nenhum dos trechos estudado foi utilizado escoramento. As profundidades foram de 1,20, a qual justifica-se a inutilização de escoramentos, pois o solo possui a capacidade de resistir em tais profundidades sem a utilização de escoramentos.

- **Assentamento:**

Como pode-se observar na figura 47, a tubulação não tem um rigoroso alinhamento em relação à largura da vala. E para o assentamento foi previsto um berço de areia com 10 cm, sendo que esta camada não é fiscalizada em relação a sua espessura, muita das vezes não atendendo os 10 cm que se pretendia alcançar. É possível observar que o berço não está compactado como é previsto pela norma.

Figura 47: Assentamento da tubulação



Fonte: Autor, 2019.

- **Envelopamento :**

Para o envelopamento, foi utilizado material granular fino com o intuito de não danificar a tubulação. A espessura da camada foi de 20 cm em relação a geratriz superior, não atendendo a norma.

Pode-se observar o envelopamento da tubulação na figura 48:

Figura 48: Envelopamento da tubulação



Fonte: Autor, 2019.

- **Reaterro :**

A profundidade das canalizações de acordo com a NBR 9649(ABNT, 1986) é necessário um recobrimento mínimo de 0,90m, quando esta estiver instalada no leito das vias de tráfego de veículos.

No reaterro das valas, após o envelopamento da tubulação, foi reutilizado o material da escavação. Sendo que quem definiu seu aproveitamento foi a empresa responsável pela execução, sem controle de ensaios laboratoriais ou de campo.

Pode-se observar na figura 49 o material a ser reutilizado da escavação no reaterro.

Figura 49: Material a ser reutilizado da escavação



Fonte: Autor, 2019.

Independentemente do tipo de solo, a compactação era realizada através de compactadores mecânicos, conforme a Figura 50, com 20 cm de espessura cada camada. Durante o processo de reaterro não houve controle do grau de compactação do solo, sendo assim, não houve conferência da mesma capacidade de suporte anterior à abertura da vala.

Figura 50: Compactação do reaterro.



Fonte: Autor, 2019.

- Repavimentação

Inicialmente é realizada a preparação da vala com uma camada base de brita graduada, independente do material e espessura do pavimento existente. A fim de aumentar a aderência entre as superfícies, observa-se que é realizada a limpeza em torno das bordas das valas. A emulsão asfáltica é espalhada tanto nas bordas da vala, quanto sobre a superfície da base.

3.4.3 Obtenção do número “N”

O estudo de tráfego para obtenção do número “N” é um fator predominante para dimensionamento de pavimentos, ou seja, foi determinada a demanda atual e a composição de veículos ao longo do trecho.

O número “N” foi obtido obedecendo parâmetros adotados para a classificação das vias da Prefeitura do Município de São Paulo - PMSP. Sendo esse a contagem de tráfego próxima realizada pela agência e utilizada para essa pesquisa.

3.4.4 Expectativas das camadas pelo número “N”

A determinação da espessura das camadas do pavimento flexível, visa a reconstrução do pavimento que sofreu intervenção. Pensando nisso, foi realizado um projeto de pavimentação visando futuras reconstruções do pavimento, com parâmetros mínimos referente à altura das camadas e CBR dos materiais a serem utilizados, com o intuito de obter um pavimento que contém característica próxima ou superior ao que sofreu intervenção.

Para isso utilizamos dois fatores principais para obtenção da espessura do revestimento e das camadas, que são a determinação do CBR e número “N”. Para a Avenida TLO 03 - Taquari, e da Avenida Teotônio Segurado, foi dimensionada pelo método empírico do DNER, também conhecido como método do Engenheiro Murillo Lopes.

Foi possível determinar através do número “N”, qual seria a espessura das camadas conforme a classificação das vias da Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP, sendo possível saber o tipo de revestimento conforme a (tabela 5). A estrutura do pavimento a ser dimensionado pode ser vista de acordo com a (figura 4). Inicia-se o

cálculo conforme as fórmulas 5 a 7, contendo revestimento não estrutural, base, sub-base e sub-leito. O CBR inicial utilizado é o da sub-base. Esse procedimento é feito para as demais camadas.

A espessura mínima de qualquer camada é 15 cm, CBR da base é indicado através do número “N” sendo que o valor mínimo é definido como 60% e para sub-base é classificado para cálculo como CBR constante igual a 20%.

3.5 CLASSIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Nas intervenções em estudo, foi realizada no dia 26 de Setembro de 2019 uma inspeção visual, em horário calmo e com boa iluminação solar, favorecendo a inspeção visual, utilizando instrumentos como régua, caneta e câmera fotográfica, onde foi possível identificar as manifestações patológicas em decorrência da implantação da rede de esgoto sanitário.

Esta inspeção teve como finalidade identificar as manifestações patológicas existentes no pavimento flexível no trecho repavimentado das valas, e trazer soluções para os problemas encontrado.

Foram comparadas as imagens coletadas com as imagens apresentadas na norma do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT 005/2003, verificando as condicionantes para possíveis contribuições das manifestações patológicas.

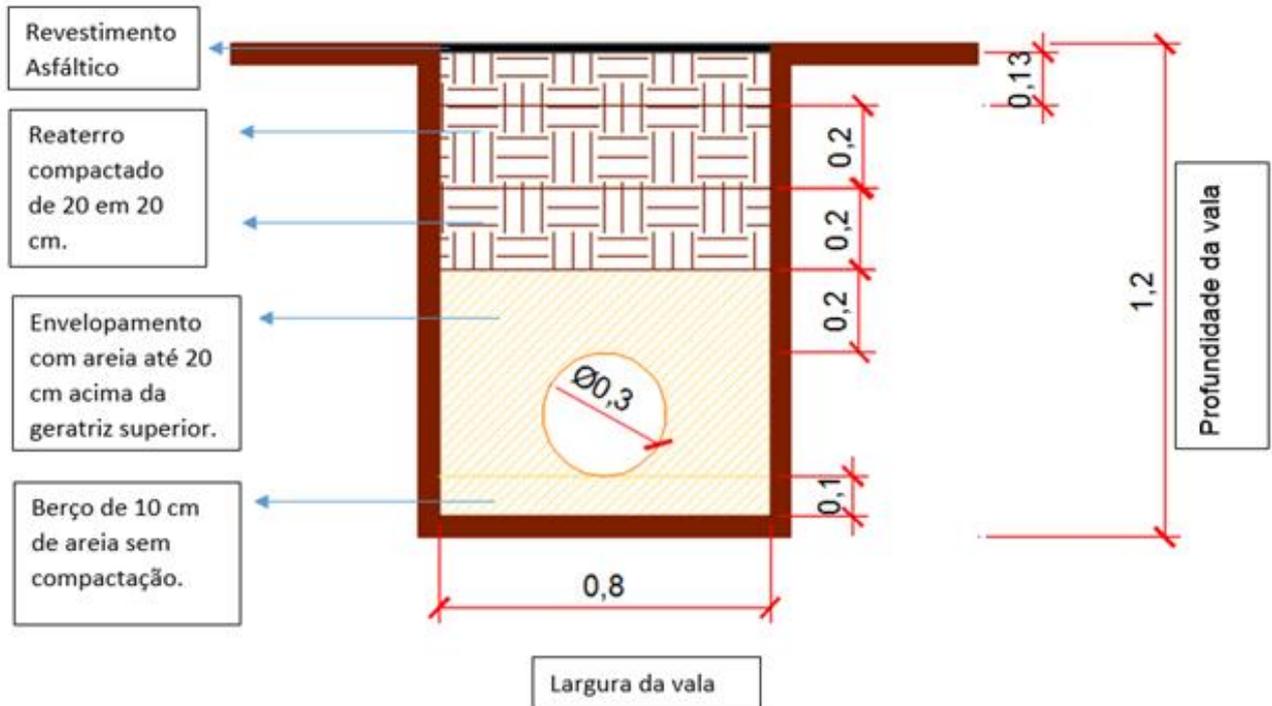
3.6 CAUSAS E SUGESTÕES PARA PROCEDIMENTOS DE REPAROS

Sucedeu do estudo e auxílio de normas e referências bibliográficas, onde foi possível determinar as possíveis causas e sugestões de reparo para as manifestações patológicas asfálticas. As correções pontuais das anomalias serão agrupadas por tipologia, de acordo a norma do DNIT 154/2010 – ES, manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT e Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros (BERNUCCI et al).

4 RESULTADOS

4.1 A NÃO CONFORMIDADE COM A NORMA A EXECUÇÃO DA REDE DE ESGOTO SANITÁRIO

Figura 46: Como foi executada a rede



Fonte: Autor, 2019.

Para a execução do projeto de esgotamento sanitário, visando à qualidade operacional, de serviço e de materiais é necessário fazer estudos preliminares, conhecendo o local da implantação da obra. Alguns princípios de projeto influenciam no resultado da repavimentação, por este motivo é necessário seguir com rigor as etapas construtivas indicadas pelas normas, minimizando assim, possibilidades de erro de projeto e problemas futuros.

No estudo de caso do presente trabalho, foi possível observar a não conformidade da execução de acordo com as normas vigentes em relação a execução da rede de esgotamento sanitário. De acordo como está sendo executado, existe um risco maior de ter manifestações patológicas no pavimento onde há a intervenção.

A obra inicia-se com a ausência do projeto executivo da rede de esgoto e do projeto de pavimentação já existente da via onde vai ser instalada a rede. Pode-se observar

através das fotos obtidas, que a execução vai de encontro com as normas em algumas etapas, sendo elas fundamentais para o desempenho futuro do pavimento.

Observou-se que na execução, o que mais deixou a desejar em relação recomposição das camadas, foi nos pontos em relação a espessuras das camadas e compactação das mesmas. As camadas, não foram feitas precisamente na espessura ideal, não tendo o projeto de pavimentação já existente da via indicando o material, espessura e CBR de cada camada. Em relação a compactação, não foi feita de maneira e grau adequado, pois não foram realizados controle tecnológico e laboratorial dos materiais, e na execução não houve um supervisionamento adequado.

O controle tecnológico é obtido através de amostras retiradas em campo, realizando assim, ensaios laboratoriais de umidade ótima, massa específica e do grau de compactação, usando-se como referência valores obtidos nos ensaios, garantindo assim uma melhor perspectiva da vida útil de projeto a qual a obra foi projetada.

O controle laboratorial dos materiais serve para sabermos as características dos materiais a serem utilizados na obra. Sendo uma obra de pavimentação, é possível identificar o solo a ser utilizado e a capacidade de suporte do mesmo através do CBR, e dentre outras características.

No estudo de caso, a ausência de informações básicas de projetos, de controle laboratoriais dos materiais a serem utilizados na recomposição das valas e controle tecnológicos é evidente, sendo ruim no ponto de vista técnico, pois como não houve estes estudos e execução de forma técnica, evidencia o que está sendo visto nas ruas, as manifestações patológicas nas intervenções.

Em relação a recomposição do pavimento, não tendo o controle do grau de compactação das camadas e espessuras a serem executadas, são outros motivos para o surgimento dos eventuais problemas, pois se fosse realizada de forma correta, essas anomalias existentes seriam mais difícil de surgir.

Não havendo estes controles exigidos, a compactação e os materiais utilizados na recomposição do pavimento podem não estar atendendo o desempenho esperado, e já é observado manifestações patológicas no pavimento onde ocorreu as intervenções.

4.2 ESTUDO DE TRÁFEGO PARA OBTENÇÃO DO NÚMERO “N”

Para o estudo de tráfego realizado no trecho em estudo, o número “N” foi obtido obedecendo parâmetros adotados para a classificação das vias da Prefeitura do Município de São Paulo - PMSP. Sendo esse a contagem de tráfego próxima realizada pela agência é utilizada para essa pesquisa. A tabela 6 mostra o número “N” característico em função da via.

Tabela 6: Classificação das vias e parâmetros de tráfego

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	2,70 x 10 ⁴ a 1,40 x 10 ⁵	10 ⁵
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	1,40x 10 ⁵ a 6,80x 10 ⁵	5 x 10 ⁵
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	1,4 x 10 ⁵ a 3,1 x 10 ⁶	2 x 10 ⁶
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	1,0 x 10 ⁷ a 3,3 x 10 ⁷	2 x 10 ⁷
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	3,3 x 10 ⁷ a 6,7 x 10 ⁷	5 x 10 ⁷
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		3 x 10 ⁶ (1)	10 ⁷
	VOLUME PESADO	12		> 500		5 x 10 ⁷	5 x 10 ⁷

Fonte: Prefeitura do Município de São Paulo - PMSP

Após a determinação do número “N” de acordo com a PMSP, pode-se definir o tipo de revestimento que deve ser utilizado conforme a tabela 6. Sendo assim, é possível classificar as Avenidas estudadas como Via Local e Coletora, tendo assim um número “N” equivalente a 5x10⁵, sendo assim, classificar o revestimento como Tratamento superficial betuminoso.

4.3 EXPECTATIVA DAS CAMADAS ESTIMADA PELO NÚMERO “N”

Após o conhecimento do número “N” atual sendo o adotado foi de 5x10⁵, pode-se considerar o revestimento, sendo o superficial betuminoso. Através do número “N” estimado, foi possível fazer uma expectativa das camadas do pavimento.

Como não há projeto de pavimentação da via estudada onde foi executada a rede de esgotamento sanitário, foi realizada uma estimativa do projeto.

Para o cálculo das camadas do pavimento é utilizado a camada inferior, para o seguinte caso é usado o CBR de sub-base igual 20%, pois pelo método do DNER padroniza quando o CBR da sub-base for superior a 20% para fins de cálculo adotar esse valor.

Os coeficientes de equivalência estrutural dos materiais de cada camada são especificados de acordo com a (tabela 4).

Dados a fim de projeto:

Base CBR 60%

Sub-base CBR 20%

Subleito CBR 8%

Coeficientes para camadas granulares 1

➤ **Determinação da espessura de base acrescentada com revestimento**

$$H_{20} = 77,67 * N^{0,0482} * CBR^{-0,598}$$

$$H_{20} = 77,67 * (5 \times 10^5)^{0,0482} * 20^{-0,598}$$

$$H_{20} = 24,37 \text{ cm}$$

➤ **Determinação da espessura da camada de base**

Obs: Não sendo revestimento estrutural, o K_r é igual a 0. Como a camada é granular, o K_b é 1.

$$R * K_r + B * K_b \geq H_{20}$$

$$0 + B * 1 \geq 24,37$$

$$B = 24,37 \text{ cm}$$

Adotar altura da base igual a 25 cm.

➤ **Determinação da camada de sub-base somada com base e revestimento**

$$H_n = 77,67 * N^{0,0482} * CBR^{-0,598}$$

$$H_n = 77,67 * (5 \times 10^5)^{0,0482} * (8)^{-0,598}$$

$$H_n = 42,16 \text{ cm}$$

➤ **Determinação da espessura da camada de sub-base**

$$R * K_r + B * K_b + h_{20} * K_s \geq H_n$$

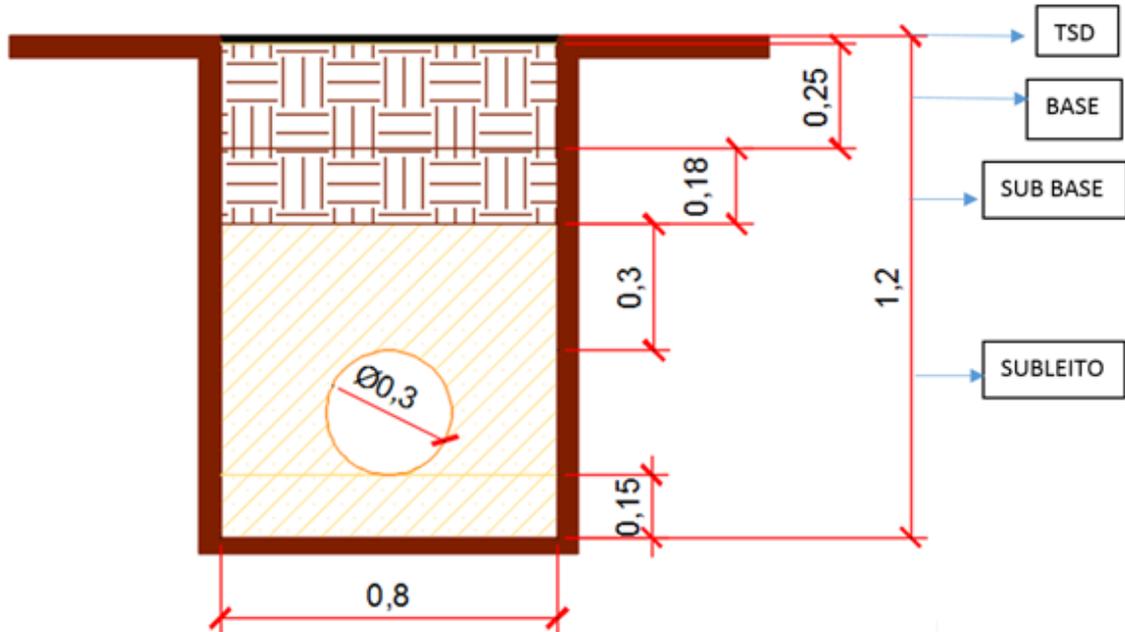
$$0 + (25 * 1) + (h_{20} * 1) \geq 42,16$$

$$h_{20} = 17,16 \text{ cm}$$

Adotar altura da sub-base de 18 cm.

Após essas determinações, a altura de cada camada será representada através da seção transversal, conforme a figura 47.

Figura 47: Perfil das camadas



Fonte: Autor, 2019.

Revestimento Tratamento Superficial Duplo

Espessura da camada de base: 25 cm

Espessura da camada de sub-base: 18 cm

O perfil analisado atende as camadas mínimas de dimensionamento, tanto as camadas granulares, quanto o revestimento.

4.4 PROCEDIMENTO PARA LEVANTAMENTO “IN LOCO”

É apresentado um levantamento em campo das manifestações patológicas causadas pela execução inadequada dos trechos que sofreram intervenção, com o objetivo de identificar as causas dos defeitos e trazer soluções para correção dos problemas encontrados.

As nomenclaturas das principais manifestações patológicas predominantes em pavimentos da tipologia já citada são estabelecidas pela norma DNIT 005/2003 objetivando a padronização das definições empregadas.

O levantamento em campo, ocorreu no dia 26 de setembro de 2019, das 16h às 17:30. Para a identificação das manifestações patológicas nos trechos, foi necessário a

inspeção visual a pé, utilizando régua de 30 cm de comprimento, caneta e câmera fotográfica. Durante a inspeção foram analisadas as anomalias em decorrência da implantação de rede de recalque de esgoto sanitário.

Sendo que apresentou resultados de estado da superfície repavimentada ruim, sendo que esta intervenção ocorreu entre agosto e dezembro de 2018.

4.4.1 ANÁLISE DOS TRECHOS

Foram analisados quatro trechos de recomposição de pavimento sobre valas em 2 ruas no setor Taquari no município de Palmas no estado do Tocantins. Sendo os trechos:

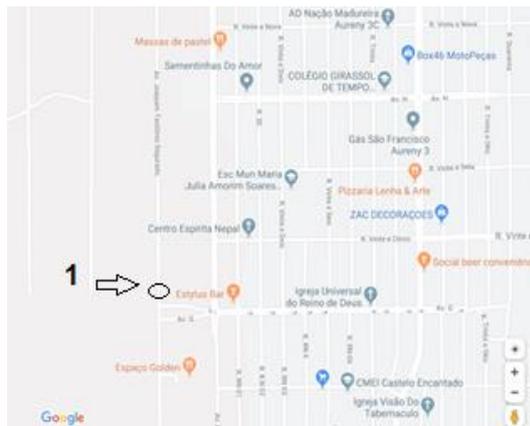
- 1) Av. Joaquim Teotônio Segurado, via com alto tráfego de veículos leves e com baixa presença de circulação de linhas ônibus;
- 2) Avenida TLO 03 – Taquari, via de baixo tráfego de veículos, não possui circulação de linhas ônibus;
- 3) Avenida TLO 03 – Taquari, via de baixo tráfego de veículos, não possui circulação de linhas ônibus;
- 4) Avenida TLO 03 – Taquari, via de baixo tráfego de veículos, não possui circulação de linhas ônibus.

4.4.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS NOS TRECHOS E POSSÍVEIS CAUSAS

4.4.2.1 Av. Joaquim Teotônio Segurado

A primeira travessia a ser feito o levantamento in loco, como pode-se observar na figura 48, ela é localizada na Av. Joaquim Teotônio Segurado.

Figura 48: Localização da primeira travessia



Fonte: Google Maps.

A vala escavada foi perpendicular à via, com comprimento médio de 10,90 m. A via apresenta alto tráfego de veículos leves e com presença baixa circulação de linhas ônibus. Como pode-se observar na figura 49.

Figura 49: 1º Travessia



Fonte: Autor, 2019.

Observou-se a repavimentação sobre a vala e verificou-se a presença de abaulamento, desgaste superficial, buraco e exsudação como mostra as figuras a seguir:

- **Abaulamento:**

Reconstituição do pavimento em nível acima da superfície do pavimento primitivo, causando grande desconforto aos usuários. Possivelmente decorrente a má compactação do reaterro e da camada betuminosa.

Conforme a figura 50.

Figura 50: Abaulamento

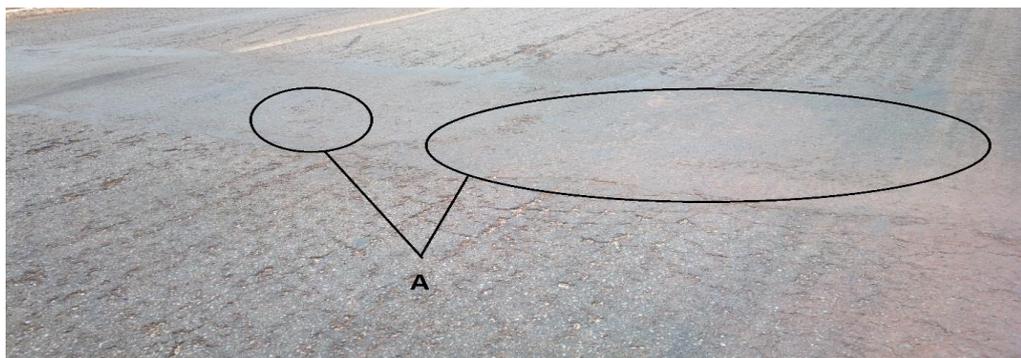


Fonte: Autor, 2019.

- **Desgaste:**

Item A: Presença de desgaste possivelmente ocasionados por fadiga do tráfego, falha de adesividade do ligante com o agregado, problemas de dosagem (deficiência no teor de ligante) e falhas de bico em tratamentos superficiais. Podendo também ser por motivos de problemas executivos ou de projetos de misturas (segregação da massa asfáltica) e agregado sujo. Conforme a figura 51.

Figura 51: Desgaste na intervenção



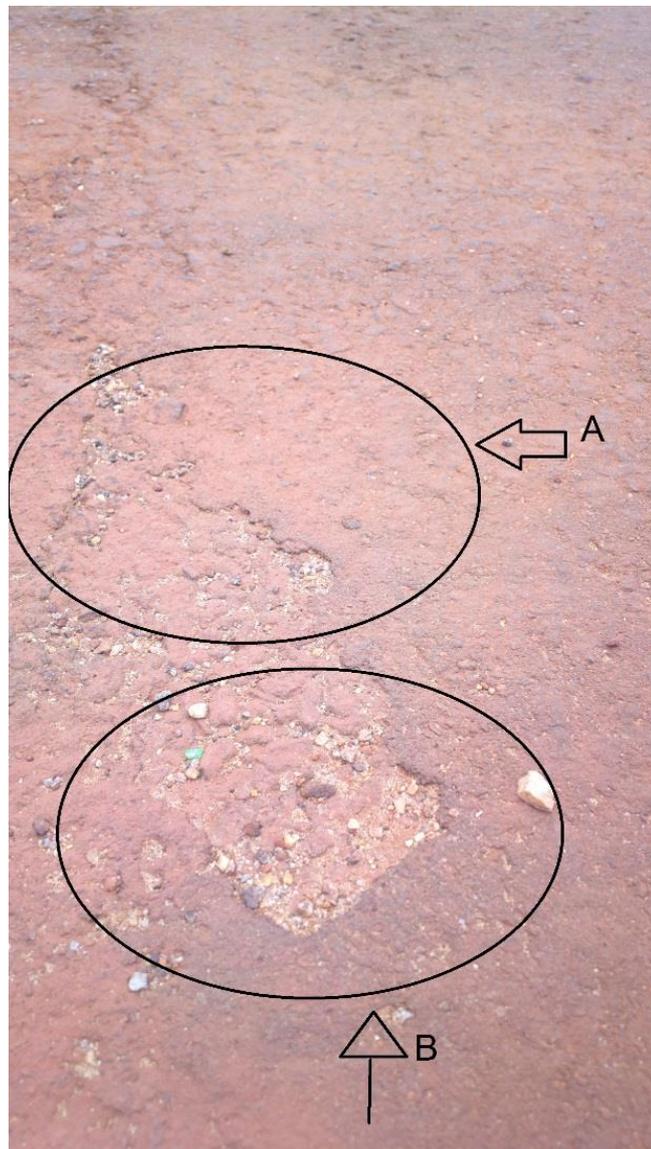
Fonte: Autor, 2019.

- Buraco:

Item A: Buraco Superficial, pode ser causado pela falha na pintura de ligação nas camadas, no caso do buraco superficial, entre as camadas do revestimento, causando o destacamento ou despelamento. Como mostra a figura 52.

Item B: Buraco Profundo, pode ser causado pela falta de aderência entre as camadas, má compactação da camada betuminosa causando o deslocamento entre elas. Os buracos também são muito frequentes devido ao mal funcionamento do escoamento superficial da via, fazendo com que a água da chuva não escoe e acabe ajudando no deslocamento das camadas. Como mostra a figura 52.

Figura 52: Buracos Superficial e Profundo



- **Exsudação:**

Item A: As exsudações foram encontradas repetidamente no trecho, sejam elas pontuais ou associadas, devido ao excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento asfáltico. Presença de Exsudação na repavimentação, pela falha na dosagem ocorrendo excesso de ligante em alguns pontos ou de maneira generalizada. A figura 53 mostra com clareza essa manifestação.

Figura 53: Exsudação



Fonte: Autor, 2019.

4.4.2.2 Avenida TLO 03 – Taquari

A segunda travessia a ser feito o levantamento in loco, como é possível observar na figura 54, ela é localizada na Avenida TLO 03 – Taquari.

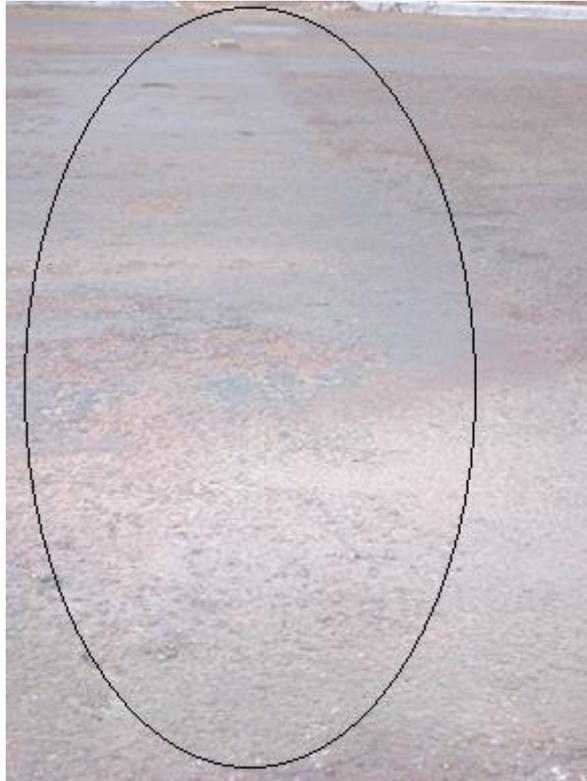
Figura 54: Localização da Segunda travessia



Fonte: Google Maps.

A vala escavada foi perpendicular à via, com comprimento médio de 8,5 m. A via apresenta baixo tráfego de veículos, não possui circulação de linhas ônibus. Pode-se observar na figura 55.

Figura 55: 2º Travessia

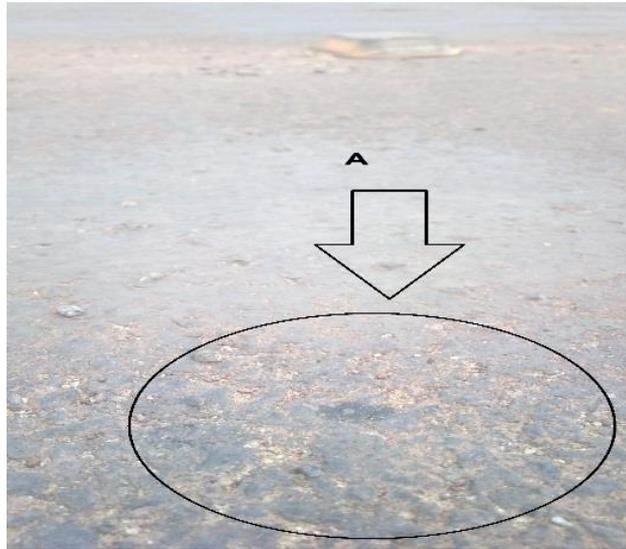


Fonte: Autor, 2019.

Observou-se a repavimentação sobre a vala e verificou-se a presença de desgaste superficial e buracos superficiais e profundos.

- **Desgaste:**

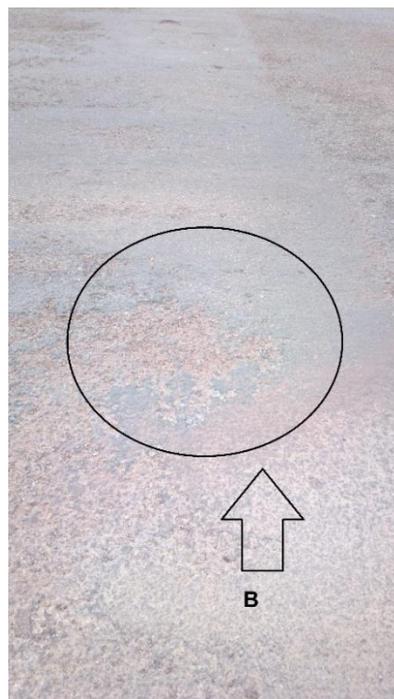
Item A: Presença de desgaste possivelmente ocasionados por fadiga do tráfego, falha de adesividade do ligante com o agregado, problemas de dosagem (deficiência no teor de ligante) e falhas de bico em tratamentos superficiais. Podendo também ser por motivos de problemas executivos ou de projetos de misturas (segregação da massa asfáltica). Pode-se observar conforme a figura 56:

Figura 56: Desgaste

Fonte: Autor, 2019.

- **Buraco:**

Item B: Buraco Superficial, pode ser causado pela falha na pintura de ligação nas camadas, no caso do buraco superficial, entre as camadas do revestimento, causando o destacamento ou despelamento. Conforme a figura 57:

Figura 57: Buraco Superficial

Fonte: Autor, 2019.

Item C: Buraco Profundo, pode ser causado pela falta de aderência entre as camadas, causando o deslocamento entre elas. Os buracos também são muito frequentes devido ao mal funcionamento do escoamento superficial da via, fazendo com que a água da chuva não escoe e acabe ajudando no deslocamento das camadas. Conforme a figura 58.

Figura 58: Buraco Profundo

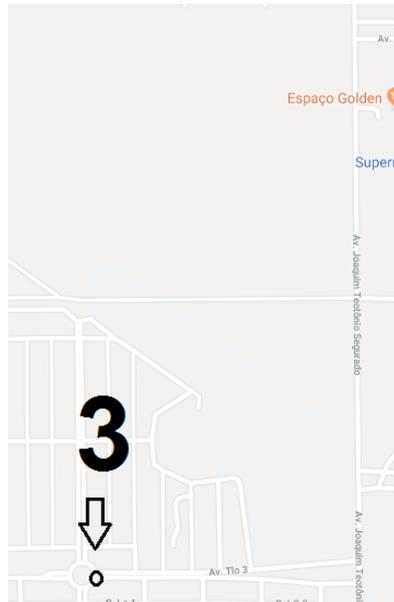


Fonte: Autor, 2019.

4.4.2.3 Avenida TLO 03 – Taquari

A terceira travessia a ser feito o levantamento in loco, é localizada na Avenida TLO 03 – Taquari sendo esta na rotatória. Como pode-se observar na figura 59

Figura 59: Localização da Terceira travessia



Fonte: Google Maps.

A vala escavada foi perpendicular à via, com comprimento médio de 11,90 m. A via apresenta baixo tráfego de veículos, não possui circulação de linhas ônibus. Conforme a figura 60.

Figura 60: 3º Travessia



Fonte: Autor, 2019.

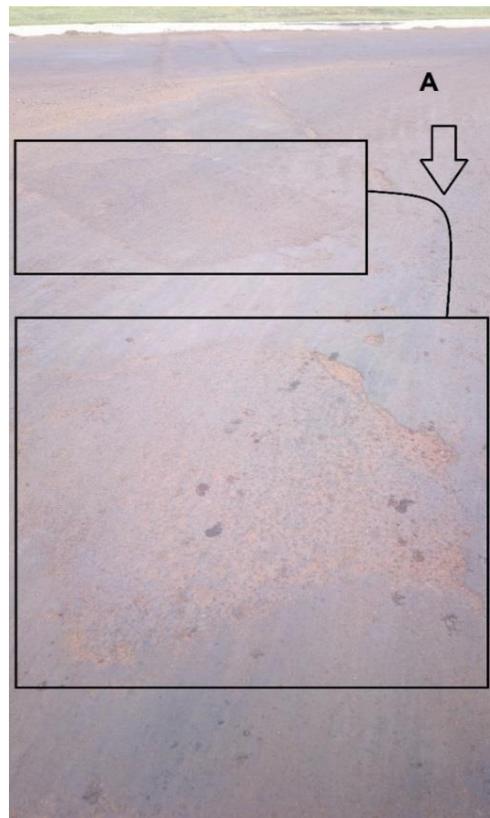
Observou-se a repavimentação sobre a vala e verificou-se a presença de remendos, buracos profundos, recalque e exsudação.

- Remendos:

Item A: Remendos ocasionados pela realização da operação de manutenção corretiva denominada de tapa-buraco. Os remendos são soluções para tapar buracos, percebe-se que os remendos se encontram entre o pavimento já existente com o repavimentado. Possivelmente, se originaram devido à má aplicação do ligante de maneira a cobrir totalmente as paredes laterais assim como o controle da compactação do revestimento e densidade.

Esse fato foi agravado pelo afundamento da pavimentação causando esforços na ligação entre as duas superfícies, remendo e pavimento existente, e por consequência a ocorrência de trincas, havendo trincas, e na época de chuva ocorre infiltração de água para o solo, assim originando os buracos. De acordo com a figura 61.

Figura 61: Remendos



Fonte: Autor, 2019.

- Exsudação:

Item B: As exsudações são devido à grande quantidade de ligante betuminoso no revestimento asfáltico. Presença de Exsudação na repavimentação, pela falha na dosagem ocorrendo excesso de ligante em alguns pontos ou de maneira generalizada. Conforme a figura 62:

Figura 62: Exsudação

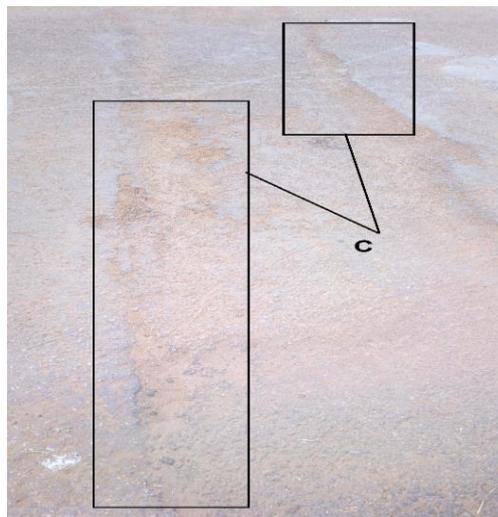


Fonte: Autor, 2019.

- Recalque :

Item C: Recalque entre o pavimento existente e sobre a vala repavimentada, ocorrendo a danificação das áreas do pavimento perto da vala, provavelmente sendo pela falta de controle e má compactação das camadas do pavimento e do revestimento asfáltico. Mal adensamento do solo, já que não houve não houve verificação da densidade *in situ* e nem umidade das camadas. Conforme a figura 63:

Figura 63: Recalque



Fonte: Autor, 2019.

- **Buraco Profundo:**

Item D: Pode ser causado pela má aderência entre as camadas, causando o deslocamento entre elas. A manifestação patológica ocorre na intervenção onde possui uma rotatória, o atrito dos pneus para fazer a curva podem contribuir para o surgimento, já que a repavimentação esteja com excesso de ligante. Pode-se observar na figura 64:

Figura 64: Buraco Profundo

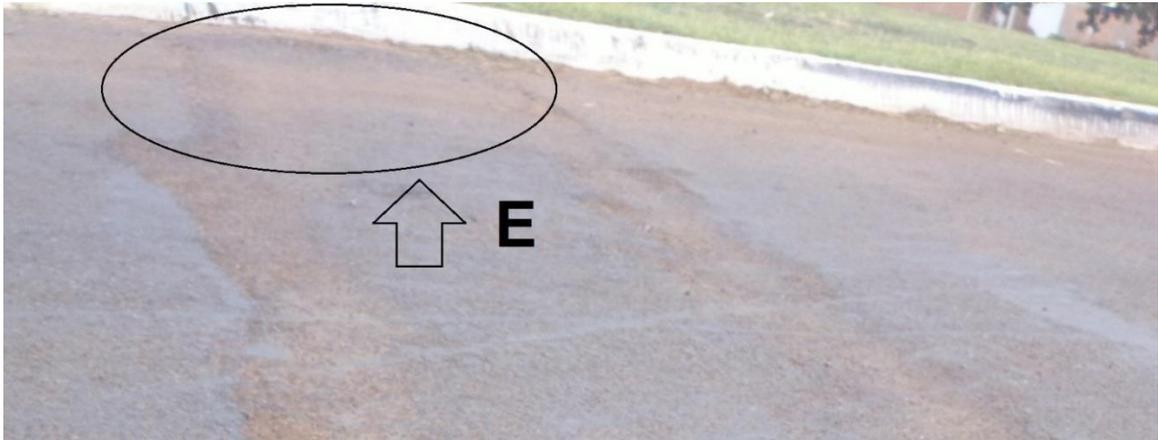


Fonte: Autor, 2019.

- **Afundamento plástico na trilha de roda:**

Item E : Esse tipo de afundamento pode ser causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, e é complementado de sollevamento lateral. Possivelmente agravado pela falta de controle do grau de compactação, da densidade *in situ* e umidade das camadas do reaterro. Conforme a figura 65:

Figura 65: Afundamento plástico na trilha de roda



Fonte: Autor, 2019.

- Trincas entre o remendo e o pavimento existente

As possíveis causas das trincas entre o remendo e o pavimento é decorrente do mau controle da pintura de ligação seladas com emulsão asfáltica nas paredes entre o novo pavimento e o executado anteriormente. As trincas facilitam a infiltração de água superficial no pavimento, e a água infiltrada poderá provocar a perda de resistência e a ruptura das camadas inferiores. Conforme a figura 66.

Figura 66: Trincas entre o remendo e o pavimento existente



Fonte: Autor, 2019.

4.4.2.4 Avenida TLO 03 – Taquari

A quarta travessia a ser feito o levantamento in loco, ela é localizada na Avenida TLO 03 – Taquari, sendo esta na rotatória. Conforme a figura 67.

Figura 67:Localização da Quarta travessia



Fonte: Google Maps.

A via é de baixo tráfego de veículos, não possui circulação de linhas ônibus. A vala escavada foi perpendicular à via, com comprimento médio de 12 m. Como mostra a figura 68.

Figura 68: 4º Travessia



Fonte: Autor, 2019.

Observou-se a repavimentação sobre a vala e verificou-se a existência de desgaste, remendos, panelas e trincas.

- **Desgaste:**

Presença de desgaste possivelmente ocasionados por fadiga do tráfego, falha de adesividade do ligante com o agregado, problemas de dosagem e falhas de bico em tratamentos superficiais. Podendo também ser por motivos de problemas executivos ou de projetos de misturas (segregação da massa asfáltica). Pode-se observar na figura 69:

Figura 69: Desgaste



Fonte: Autor, 2019.

- **Panela:**

Item A: Panela, pode ser causado pela ausência de aderência entre as camadas, causando o deslocamento entre elas. As panelas também são muito frequentes devido ao mal funcionamento do escoamento superficial da via, sendo assim a água

da chuva não escoa e acaba ajudando no deslocamento das camadas. Como mostra a figura 70.

Figura 70: Panela



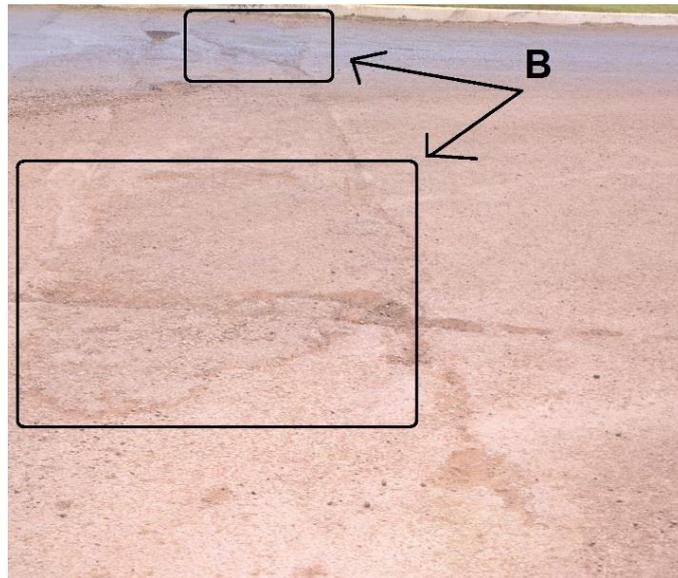
Fonte: Autor, 2019.

- Remendos:

Item B: Remendos ocasionados pela má realização da operação de manutenção corretiva denominada de tapa-buraco. Os remendos são soluções para tapar buracos, percebe-se que os remendos se encontram entre o pavimento já existente com o repavimentado. Possivelmente, se originaram devido à má aplicação do ligante de maneira a cobrir totalmente as paredes laterais assim como o controle da compactação do revestimento e densidade.

Conforme a norma do DNIT 154/2010 pode-se identificar na figura 71, os remendos não foram realizados segundo a normativa, não houve corte no qual o mesmo se estenda 30 cm da parte não afetada, sendo em formatos não retangulares.

Figura 71: Remendos

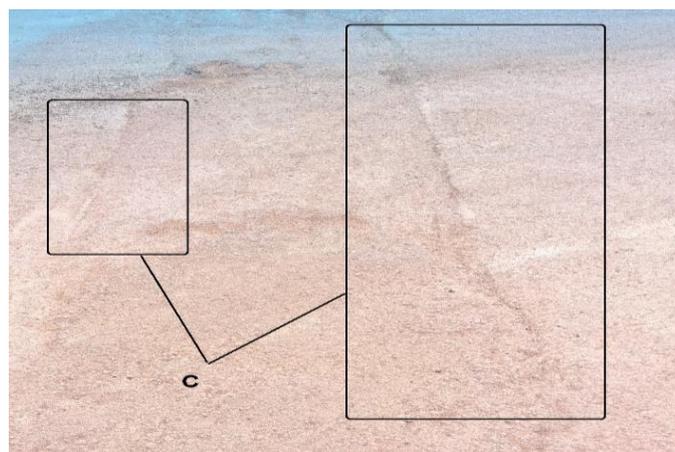


Fonte: Autor, 2019.

- Trincas entre o remendo e o pavimento existente

Item C: As possíveis causas das trincas entre o remendo e o pavimento é decorrente do mau controle da pintura de ligação seladas com emulsão asfáltica nas paredes entre o novo pavimento e o executado anteriormente. As trincas facilitam a entrada de água superficial no pavimento, e a água infiltrada poderá provocar a perda de resistência e a ruptura das camadas inferiores. Como mostra a figura 72:

Figura 72: Trincas entre o remendo e o pavimento existente



Fonte: Autor, 2019.

4.5 SOLUÇÕES

Para evitar o aparecimento de manifestações patológicas, é fundamental a utilização de excelentes métodos de execução, bons materiais, maior gerenciamento das etapas da execução, reduzindo assim a possibilidade de defeitos nos trechos repavimentados.

De acordo com os trechos estudados e as manifestações patológicas encontradas nas intervenções do caso em estudo, o qual obteve para cada trecho sua classificação, pode-se assim sugerir alguns procedimentos de reparos.

4.5.1 ABAULAMENTO

Retirar o material até na base, conferir o nível de adensamento e compactação, completar a camada, executar de forma adequada a compactação do reaterro, a fim de se reconstituir o pavimento no nível do já existente.

4.5.2 DESGASTE

Realizar uma pintura de rejuvenescimento, aplicar uma película de lama asfáltica.

4.5.3 BURACO SUPERFICIAL E PROFUNDO

Realizar o tapa buraco, que é a retirada total do material degradado com corte retilíneo da área afetada, formando um retângulo e um ângulo de 90° com a superfície e fazer a reposição das camadas, e revestimento, realizando um remando do tipo permanente. E drenagem adequada.

4.5.4 EXSUDAÇÃO

Fazer micro revestimento asfáltico a frio, ou, remoção e reconstrução do revestimento local.

4.5.5 RECALQUE

Remoção do revestimento, fazendo ensaios de caracterização e de grau de compactação do solo, sendo possível refazer a compactação adequada do reaterro, diminuindo assim, a ocorrência de recalque.

4.5.6 AFUNDAMENTO PLÁSTICO

Realizar o recapeamento, a fim de corrigir o nivelamento do pavimento antigo. Ou, realizar a fresagem, que consiste em fazer um corte no revestimento para restaurar o pavimento e melhorar sua capacidade de suporte.

4.5.7 TRINCAS ENTRE O REMENDO E O PAVIMENTO EXISTENTE

Para prevenir é necessário fazer a remoção do revestimento 30 cm a mais em relação ao corte, visando a aderência entre o revestimento já existente com o que deverá ser feito.

Como ação corretiva, as trincas entre a repavimentação e pavimento existente necessitam ser seladas com emulsão asfáltica para evitar a percolação de água e conseqüentemente a degradação do pavimento.

4.5.8 REMENDOS

Conforme a norma do DNIT 154/2010 deve-se realizar um corte no qual o mesmo se estenda 30 cm da parte não afetada, sendo em formatos retangulares obtendo assim as bordas verticais, no caso dos remendos profundos que são predominantes nesse pavimento.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho avaliou as repavimentações devido a implantação da rede de recalque de esgoto sanitário no município de Palmas-TO. Os defeitos encontrados indicam que muitos deles estão relacionados aos processos construtivos, pois os remendos em função da intervenção são relativamente novos, pouco menos de 1 ano, não havendo assim tempo suficiente para ser degradado pela ação do tráfego.

Levando em consideração as manifestações patológicas identificadas, muitas estão associadas a execução, sendo relatado no presente trabalho não conformidade com as diretrizes, e a ausência de gerenciamento da obra, uma vez que projetos essenciais deixaram de ser projetados, sendo inadmissível quando se pensa em qualidade e vida útil.

A não realização do controle tecnológico através realização de ensaios laboratoriais de umidade ótima, massa específica e do grau de compactação, diminui também a perspectiva de vida útil do pavimento e da camada de rolamento, como já é visto no trecho estudado.

Também foi observado a falta de supervisão dos materiais. Sendo uma obra de pavimentação, é indispensável saber a capacidade de suporte do solo a ser utilizado. No caso em estudo, foi reutilizado o material para reaterro. O aproveitamento do material sem determinados ensaios, pode ter sido um dos pontos a gerar a falta de desempenho do pavimento, contribuindo para potencializar o surgimento de anomalias.

Outro ponto a ser observado do caso em estudo, é que a obra foi realizada em meses chuvosos, em muitas fotos foi possível observar a ocorrência de chuvas no processo de execução, podendo assim agravar as chances de futuros reparos no pavimento.

Em virtude dos fatos mencionados, foi possível observar que tiveram inúmeros motivos para a potencialização da redução de desempenho do pavimento e da repavimentação, sendo significativos para a ocorrências das manifestações patológicas. Como profissionais, devemos sempre pensar em qualidade e custo. E já que existem diretrizes e normas que servem como recomendações a fim de reduzir

eventuais problemas futuros, sendo de grande importância que as mesmas sejam aplicadas, sendo assim, teríamos um decréscimo significativo de correções futuras no pavimento devido a manifestações patológicas, melhorando assim o desempenho da via.

Sugestões para futuros trabalhos, a partir desse estudo, realizar a avaliação das evoluções das anomalias nas intervenções ao decorrer do tempo, levando em consideração os custos para reparação. Planejar formas não destrutivas visando minimizar impacto no pavimento. Fazer uma comparação das características dos materiais do pavimento existente com o repavimentado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9814**: Execução de rede coletora de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987. 19 p.

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. 17p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - ABES. **Manual do instalador de redes públicas de água. Vol.1: Abertura e fechamento de valas**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, RJ, 1978. 74 p. Disponível em : <<https://www.ircwash.org/sites/default/files/262.0-78MA-1.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7207/1982**: Terminologia e classificação de pavimentação. Rio de Janeiro, 1982.

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica**: materiais, projetos e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 558p.

BARROS, R. T. V. et al. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, v.2, 1995. 362p.

BERNARDES, R.S. **Alternativas para a Coleta de Esgoto Sanitário e Águas Pluviais**. Fórum Sistemas de Esgotamento Sanitário. Salvador-BA, abr. 2013. 1 slide: color.

BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação Asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobrás: ABEDA, 2010. 501p.

BRASIL. Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias 2017: relatório gerencial**. Brasília: Ctn, 2017. 406 p. Disponível em: <http://www.nova381.org.br/site/arquivos/pesquisa_cnt_2017.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2019.

CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos et al. **Esgotamento sanitário: operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos**. 2008. Disponível em: <<http://nucase.desa.ufmg.br/wp-content/uploads/2013/07/ES-OMSS.2.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2019.

Companhia de Saneamento do Paraná. **MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO: DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SES E DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA-**

SAA.2018. Disponível em:
<https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/informacoestecnicas/mps-versao-2018/modulo_11.3_-_diretrizes_para_projetos__unidades_lineares.pdf>.
Acesso em: 06 mar. 2019.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. - DNIT. **Manual de pavimentação** – 3ª Ed. - Rio de Janeiro, 2006a. 274p.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. - DNIT. **Manual de estudos de tráfego** - (IPR. Publ., 723) - Rio de Janeiro, 2006b. 384p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **NORMA DNIT 005/2003 - TER**: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia. Rio de Janeiro: Dnit, 2003. 12 p. Disponível em:
<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/terminologia-ter/dnit005_2003_ter.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2019.

_____. **DNIT – ES 138/2010**. Reforço do subleito – Especificação de serviço, 2010. Revisão da norma DNER – ES 300/97.

_____. **DNIT – ES 154/2010**. Pavimentação asfáltica – Recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos – Especificação de serviço, 2010. Revisão da norma DNER – ES 321/97.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo, Editora Atlas S.A., 1988.

Maria Liliane M. Montefusco dos Santos (Ed.). **Manual de Saneamento**. Disponível em:<<http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/ambiente/Manual%20de%20Saneamento.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2019.

PAULO., Prefeitura do Município de São. **IP – 02/2004 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS**. Disponível em:
<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/arquivos/SMSO%202018/NORMAS%20TECNICAS%20DE%20PAVIMENTACAO/INSTRUCAO%20DE%20PROJETOS/ip_02_2004_classificacao_das_vias.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2019

RODRIGUES, Cristiane Moreira; MORELLI, Jose Carlos Louzada. **Atlas de saneamento**2011. Disponível em:<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_glossario equipetec.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2019.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de técnicas de pavimentação** - Vol. 1. 2ª Ed. ampl. - São Paulo: Pini, 2007. 761p

STUCHI, E.T. **Interferências de obras de serviço de água e esgoto sobre o desempenho de pavimentos urbanos.** 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-01062007-104241/pt-br.php>. Acesso em: 06 mar. 2019

TSUTIYA, M.T.; BUENO, R. C. R. **Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto sanitário no Brasil.** Revista Água Latinoamérica, Tucson, v. 4, n. 4, p 20-25, jul./ago.2004. Disponível em: http://www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/070804%20Sanitario%20Brasil_port.pdf Acesso em : 06 mar. 2019.

