



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

PATRÍCIA BACRI DE MATOS

**ESTUDO DE CASO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO
PAVIMENTO EXECUTADO NA QUADRA ASR-SE 25 DA CIDADE DE
PALMAS, TOCANTINS**

PALMAS

2021

PATRÍCIA BACRI DE MATOS

**ESTUDO DE CASO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO
PAVIMENTO EXECUTADO NA QUADRA ASR-SE 25 DA CIDADE DE
PALMAS, TOCANTINS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel no Curso
Superior de Engenharia Civil do Instituto
Federal do Tocantins, Campus Palmas.

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

PALMAS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

M425e Matos, Patrícia Bacri

Estudo de caso das manifestações patológicas do pavimento executado na quadra ASR-SE 25 da cidade de Palmas, Tocantins / Patrícia Bacri Matos. – Palmas, TO, 2021.
68 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2021.

Orientador: Me. Edivaldo Alves Dos Santos

1. Infraestrutura. 2. Pavimentação. 3. Patologia. I. Dos Santos, Edivaldo Alves. II. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

PATRÍCIA BACRI DE MATOS

ESTUDO DE CASO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO PAVIMENTO EXECUTADO NA QUADRA ASR-SE 25 DA CIDADE DE PALMAS, TOCANTINS

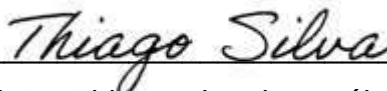
Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel no Curso
Superior de Engenharia Civil do Instituto
Federal do Tocantins, Campus Palmas.

Aprovado em: 08/02/2021

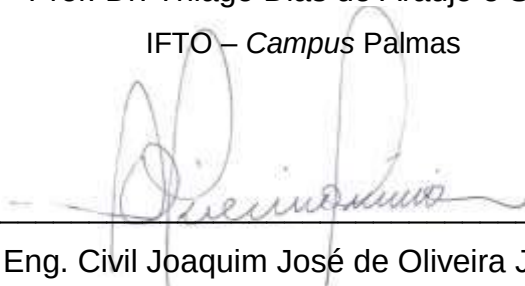
BANCA AVALIADORA



Prof. M.e. Edivaldo Alves dos Santos (Orientador)
IFTO – *Campus Palmas*



Prof. Dr. Thiago Dias de Araújo e Silva
IFTO – *Campus Palmas*



Eng. Civil Joaquim José de Oliveira Júnior
Engenheiro Fiscal de Obras Viárias – SEISP

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura geral de um pavimento.	8
Figura 2 - Distribuição das tensões.	10
Figura 3 - Pavimento Flexível: estrutura e execução.....	11
Figura 4 - Classificação dos revestimentos betuminosos.	12
Figura 5 - Aplicação da segunda camada de ligante betuminoso.	15
Figura 6 - Controle da taxa de ligante aplicado.	15
Figura 7 - Espalhamento da segunda camada de agregado.	17
Figura 8 - Compactação da camada de agregado.	17
Figura 9 - Aplicação de CBUQ.	19
Figura 10 - Compactação do revestimento com rolo de pneu.	20
Figura 11 - Compactação do revestimento com rolo tandem liso.....	21
Figura 12 - Exemplo de trincas longitudinais. Local: Avenida NS-10, Palmas-TO.	23
Figura 13 - Exemplo de afundamento.....	24
Figura 14 - Exemplo de ondulação.....	24
Figura 15 - Exemplo de escorregamento.....	25
Figura 16 - Exemplo de exsudação. Local: Avenida NS-08, Palmas-TO.....	25
Figura 17 - Exemplo de desgaste. Local: Avenida NS-08, Palmas-TO.	26
Figura 18 - Exemplo de panela ou buraco. Local: Avenida LO-12, Palmas-TO.	27
Figura 19 - Exemplo de remendo. Local: Avenida NS-08, Palmas-TO.....	27
Figura 20 - Visão geral da Quadra ASR-SE 25, via satélite.	28
Figura 21 - Fluxograma da metodologia do trabalho.	29
Figura 22 - Projeto de Pavimentação da Quadra ASR-SE 25.	31
Figura 23 - Pesos para o cálculo do IGGE.	32
Figura 24 - IES - Índice de Estado de Superfície.....	32
Figura 25 - Patologia 01: remendo.	34
Figura 26 - Patologia 02: remendo.	35
Figura 27 - Patologia 03: escorregamento.....	35
Figura 28 - Patologia 04: remendo.	36
Figura 29 - Patologia 05: remendo.	36
Figura 30 - Patologia 06: remendo.	37

Figura 31 - Rua SR 02, lado direito.	37
Figura 32 - Rua SR 02, lado esquerdo.	38
Figura 33 - Estrutura do Pavimento da Avenida SR-02.....	39
Figura 34 - Estrutura do Pavimento das demais ruas da Quadra.....	39
Figura 35 - Rede de drenagem da Rua SR-11.	40
Figura 36 - Quadro de classificação das vias.	17
Figura 37 - Determinação da espessura do revestimento conforme número N.	17
Figura 38 - Pontos de identificação dos remendos.....	23
Figura 39 - Desagregação no pavimento.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Controle de Taxas: imprimação Rua SR 11, lado direito.	18
Tabela 2 - Controle de taxas: imprimação Rua SR 11, lado esquerdo.	18
Tabela 3 - Controle de taxas: TSD Rua SR 11, lado direito.....	19
Tabela 4 - Controle de taxas: TSD Rua SR 11, lado esquerdo.....	19
Tabela 5 - Controle de taxas: imprimação Rua SR 13, lado esquerdo.	19
Tabela 6 - Controle de taxas: TSD Rua SR 13, lado esquerdo.....	20
Tabela 7 - Controle de taxas: imprimação Rua SR 15, lado direito.	20
Tabela 8 - Controle de taxas: imprimação Rua SR 15, lado esquerdo.	20
Tabela 9 - Controle de taxas: TSD Rua SR 15, lado esquerdo.....	21

Sumário

1. INTRODUÇÃO	5
2. PROBLEMA DE PESQUISA	6
3. JUSTIFICATIVA	6
4. OBJETIVOS	7
4.1 Objetivo Geral	7
4.2 Objetivos Específicos	7
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
5.1 Pavimentação	8
5.1.1 Definição	8
5.1.2 Classificação	9
5.2 Pavimentos flexíveis	10
5.3 Revestimento Betuminoso	11
5.3.1 Definição	11
5.4 Tipos de revestimentos betuminosos.....	12
5.5 Revestimentos betuminosos mais usados em Palmas-TO	13
5.5.1 Tratamentos Superficiais - TS	13
5.5.2 Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ	18
5.6 Parâmetros para a escolha do revestimento betuminoso	21
5.7 Patologias do Pavimento Asfáltico conforme Norma DNIT 005/2003	22
5.7.1 Fenda	22
5.7.2 Afundamento	23
5.7.3 Ondulação ou Corrugação	24
5.7.4 Escorregamento	24
5.7.5 Exsudação.....	25
5.7.6 Desgaste	26
5.7.7 Panela ou Buraco.....	26
5.7.8 Remendo.....	27

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	28
6.1 Identificação das patologias do pavimento	29
6.2 Obtenção de dados sobre a Obra de Pavimentação da Quadra ASR-SE 25.....	32
6.3 Análise dos formulários preenchidos e dos dados da obra para um diagnóstico da causa das patologias encontradas	33
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
7.1 Levantamento Visual Contínuo - LVC.....	34
7.2.1 Trecho 01: Rua SR-11.....	34
7.2.2 Trecho 02: Rua SR-13	36
7.2.3 Trecho 03: Rua SR-15	37
7.2 Dados da Obra.....	38
7.2.1 Projetos de Pavimentação e Drenagem.....	38
7.2.2 Memorial Descritivo de Pavimentação	40
7.2.3 Laudos Técnicos	17
7.3 Análise das informações obtidas	21
7.4 Diagnóstico e proposta de solução	23
8. CONCLUSÃO	26
9. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	27
10. REFERÊNCIAS	28
ANEXO 01 – Quadro Resumo dos defeitos	32
ANEXO 02 – formulário lvc.....	33
ANEXO 03 – QUADRO RESUMO	34

RESUMO

MATOS, Patrícia Bacri. **Estudo de Caso das Manifestações Patológicas do Pavimento Executado na Quadra ASR-SE 25 da Cidade de Palmas, Tocantins.** 2021. 68p. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, 2021.

Cada vez mais o poder público tem investido em obras de infraestrutura nas cidades, com o objetivo de potencializar o crescimento na região. Sendo assim, a Prefeitura da cidade de Palmas-TO, em 2020, deu início as obras de pavimentação e drenagem da Quadra ASR-SE 25, considerada uma área industrial e de grande influência. No entanto, antes da conclusão e entrega da obra o pavimento apresentou algumas patologias e esse fato motivou o presente estudo. O trecho é composto por pavimento flexível do tipo Tratamento Superficial Duplo – TSD, executado da forma penetração invertida e possui uma espessura de 2,5 cm. As patologias foram identificadas através do Levantamento Visual Contínuo preconizado pelo DNIT na Norma 008/2003 – PRO e foram classificadas conforme a Norma DNIT 005/2003 – TER. A principal patologia encontrada foi a do tipo remendo e através das análises aos projetos verificou-se um padrão em relação a localidade, sendo em pontos considerados baixos com previsão de acúmulo de água. Nesses pontos o projeto de drenagem determina que sejam executadas bocas de lobo, que coletam as águas pluviais e evitam danos ao pavimento. Conclui-se que a ausência das bocas de lobo causou um acúmulo de águas pluviais no pavimento e conseqüentemente, o surgimento de patologias.

Palavras-chave: Infraestrutura. Pavimentação. Análise. Patologia.

ABSTRACT

Increasingly, the government has invested in infrastructure works in cities, because it enhances growth in the region. Thus, the City Hall of Palmas-TO, in 2020, started the paving and drainage works of Quadra ASR-SE 25, considered an industrial area of great influence.

However, before the completion and delivery of the work, the pavement had some pathologies and this fact motivated the present study. The stretch consists of a flexible double surface treatment type - TSD, executed in the form of inverted penetration and has a thickness of 2.5 cm. The pathologies were identified through the Continuous Visual Survey recommended by DNIT in Standard 008/2003 - PRO and were classified according to Standard DNIT 005/2003 - TER.

The main pathology found was that of the patch type and through the analysis of the projects, a pattern was verified in relation to the location, being at points considered low with prediction of water accumulation. At these points, the drainage project determines that grating are executed, which collect rainwater and prevent damage to the pavement. It was concluded that the absence of grating caused an accumulation of rainwater on the pavement and, consequently, the appearance of pathologies.

Keywords: Infrastructure. Paving. Analyze. Pathology.

1. INTRODUÇÃO

A pavimentação asfáltica é o nome dado ao processo que faz com que as estradas recebam uma camada final de rolamento e além da vantagem estética, a pavimentação asfáltica consegue resistir aos impactos exercidos pelos veículos e distribuí-los para as camadas inferiores. É dessa forma que ela se torna duradoura, contanto, que a pavimentação tenha qualidade e seja feita da melhor maneira possível. (VOLGELSANGER, 2020)

Uma pesquisa feita pela Confederação Nacional de Transporte – CNT mostra que, no Brasil, aproximadamente, 61% da movimentação de mercadorias e 95% da de passageiros são feitas através de rodovias. Esses dados ressaltam a necessidade de uma infraestrutura rodoviária adequada para garantir o desenvolvimento econômico do país.

Em razão disso, é fundamental que as cidades brasileiras possuam estradas de qualidade, com pavimentos que exerçam a função para o qual foram projetados e executados. Vale ressaltar que, assim como qualquer construção, os pavimentos têm necessidade de um bom projeto aliado a uma boa execução, além de precisar de manutenção ao longo da sua vida útil. Como menciona o Manual de Manutenção de Pavimentos do DNIT, o processo de deterioração de um pavimento começa logo após sua construção.

Os pavimentos asfálticos são estruturas que, em geral, não apresentam ruptura súbita, mas sim deterioração funcional e estrutural acumuladas a partir de sua abertura ao tráfego. (BERNUCCI, 2010)

Segundo Reis (2009), os defeitos que atingem o pavimento flexível estão diretamente ligados com a deterioração dos materiais que os constituem. Isso pode ocorrer devido à ação intensa de veículos, projetos na maioria das vezes inadequados ou até mesmo a sua má execução. É claro que os veículos mais pesados geram tensões superficiais maiores que os veículos leves e, este, é um fator relevante que contribui no surgimento de patologias.

Do ponto de vista do usuário, o estado da superfície do pavimento é o mais importante, pois os defeitos ou irregularidades nessa superfície são percebidos e afetam seu conforto. Dessa forma, o desafio está em projetar e executar um pavimento capaz de cumprir as demandas estruturais e funcionais sem que o conforto seja prejudicado. (BERNUCCI, 2010)

2. PROBLEMA DE PESQUISA

A pavimentação de uma via faz parte de um conjunto de obras de infraestrutura essencial em um espaço urbano, com a finalidade de suportar a carga dos veículos, dar condições de rolamento e garantir conforto e segurança ao usuário.

Com esse objetivo, a quadra ASR-SE 25 (212 Sul), da cidade de Palmas foi pavimentada em 2020 e utilizou-se o tipo Tratamento Superficial Duplo – TSD nas ruas internas da quadra como revestimento asfáltico do pavimento, e na rua principal da quadra o tipo Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ).

Com a pavimentação das ruas internas concluída, alguns dias após a abertura do tráfego aos usuários, já foi possível observar o aparecimento de manifestações patológicas pontuais nas ruas pavimentadas.

É importante ressaltar que a quadra do presente estudo é considerada, conforme a Lei Nº 386 de divisão da Área Urbana de Palmas, uma quadra industrial e por isso recebe cargas elevadas dos caminhões que utilizam a via, que necessita de um pavimento que suporte tais esforços.

A Lei Nº 386, de 17 de fevereiro de 1993, dispõe sobre a Divisão da Área Urbana de Palmas em Zonas de Uso, onde as Zonas são delimitadas de acordo com a sua destinação predominante.

3. JUSTIFICATIVA

A cidade de Palmas é organizada em áreas administrativas, residenciais, comerciais e industriais, e o estudo de caso será realizado na quadra industrial ASR-SE 25 (212 Sul), localizada no Plano Diretor Sul, da cidade de Palmas - TO.

Nessa quadra estão estabelecidas diversas empresas, tais como distribuidoras, usina de concreto, retíficas, entre outras, e por isso recebe um fluxo diário de caminhões com carga pesada.

No Brasil, o sistema rodoviário é o principal sistema de transporte, sendo importante para o funcionamento de todo o país e especialmente para as atividades econômicas. (Pinheiro, 2019)

Na Seção V, Art. 48., da Lei Nº 386, afirma que as quadras denominadas ASR são destinadas para estabelecimentos de grande porte e que atendam à região de influência da cidade.

Tendo em vista a necessidade de instalação de uma infraestrutura adequada, no ano de 2020, a prefeitura de Palmas deu início às obras de drenagem, pavimentação e sinalização viária na quadra em questão. Com a obra de pavimentação concluída e o tráfego liberado, em alguns dias, o pavimento apresentou algumas patologias.

Dessa forma, para que o usuário possa ter o melhor aproveitamento da infraestrutura construída, o estudo pretende conhecer as patologias, investigar o que causou as mesmas e propor uma solução eficiente a fim de evitar problemas de maior gravidade, no futuro.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Estudar e analisar as manifestações patológicas encontradas no pavimento das ruas internas da quadra ASR-SE 25 (212 Sul) executado em agosto de 2020, na cidade de Palmas, e propor uma solução prática e eficiente de reforço para o revestimento.

4.2 Objetivos Específicos

- Identificar as manifestações patológicas do pavimento na Quadra ASR-SE 25, conforme Norma DNIT 008/2003;
- Obter os dados do controle tecnológico da obra de pavimentação;
- Diagnosticar a causa das patologias encontradas no pavimento;
- Propor solução de reforço para que o pavimento atenda a sua funcionalidade;

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Pavimentação

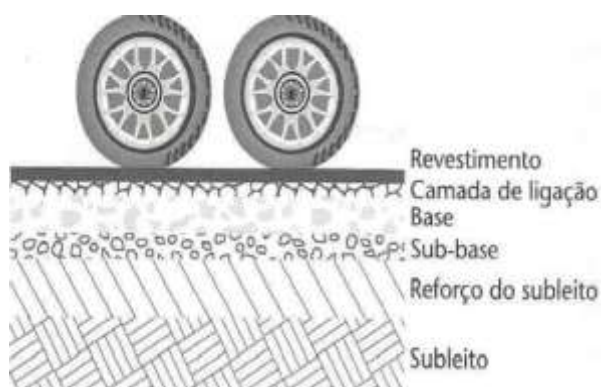
5.1.1 Definição

O Manual de Pavimentação do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT) define pavimento de uma rodovia como sendo “uma superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas”. Essa estrutura de camadas é composta por materiais diferentes e, portanto, com resistência e deformabilidade distintas. Desse modo, apresenta um elevado grau de complexidade no que se refere ao cálculo de tensões e deformações e atuantes nas mesmas resultantes das cargas impostas pelo tráfego.

Para Bernucci (2010), o pavimento é “uma estrutura composta de várias camadas de espessuras diferentes, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança”.

Através da figura 1, ilustrada abaixo, é possível visualizar e entender como funciona a estrutura em camadas sobrepostas de um pavimento.

Figura 1 - Estrutura geral de um pavimento.



Fonte: Balbo (2007).

Outra definição escrita por BALBO (2007) diz que o pavimento é uma estrutura não perene, composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais compactados a partir do subleito do corpo estradal. Este pavimento

deve atender estrutural e operacionalmente ao tráfego, de maneira durável e ao mínimo custo possível.

É um sistema de várias camadas de espessuras finitas que se assenta sobre um semi-espaço infinito e exerce a função de fundação da estrutura, chamado de subleito (SENÇO, 1997).

Dessa forma, entende-se pavimento como um estrutura construída em camadas com função de resistir aos esforços advindos do tráfego e melhorar as condições de rolamento da pista. Esta função dada a pavimentação está intimamente relacionada com o estado da superfície de rolamento, como afirma a tese de doutorado da Engenheira Sandra Oda.

5.1.2 Classificação

O Manual de Pavimentação do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT) classifica os pavimentos em flexíveis, semi-rígidos e rígidos:

“Flexível: aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas.

Semi-rígido: caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.

Rígido: aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado.”

O autor SENÇO (1997), simplifica a divisão dos tipos de pavimento e traz duas classificações: pavimentos rígidos e pavimentos flexíveis. Segundo ele, os pavimentos rígidos são pouco deformáveis, produzidos de concreto de cimento e quando sujeitos a deformações, rompem por tração na flexão. Já os pavimentos flexíveis permitem deformações, até um certo limite, sem levar ao rompimento. Os pavimentos do tipo flexíveis são dimensionados normalmente a compressão e a tração na flexão, provocada pelo aparecimento das bacias de deformação sob as rodas dos veículos, que levam a estrutura a deformações permanentes, e ao rompimento por fadiga.

Seguindo a mesma linha na classificação, para o autor BERNUCCI (2010), o pavimento é classificado tradicionalmente em dois tipos básicos: os

rígidos e os flexíveis. Recentemente há uma tendência de usar-se a nomenclatura pavimentos de concreto de cimento Portland e pavimentos asfálticos, respectivamente, para indicar o tipo de revestimento do pavimento.

Nota-se que os autores trazem classificações semelhantes quanto aos tipos de pavimento, sendo a principal diferença o tipo de material usado na camada de revestimento, que pode ser de concreto ou material asfáltico.

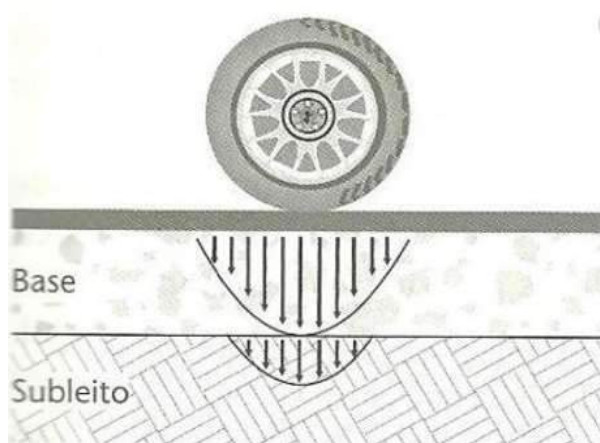
O presente estudo terá enfoque em apresentar os pavimentos flexíveis para que seja possível a compreensão do problema existente no trecho em análise.

5.2 Pavimentos flexíveis

SENÇO (1997), define pavimentos flexíveis como aqueles em que as deformações, até um certo limite, não levam ao rompimento. São dimensionados normalmente a compressão e a tração na flexão, provocada pelo aparecimento das bacias de deformação sob as rodas dos veículos, que levam a estrutura a deformações permanentes, e ao rompimento por fadiga.

Segundo Balbo (2007), é o pavimento no qual a absorção de esforços dá-se de forma dividida entre várias camadas, encontrando-se as tensões verticais em camadas inferiores, concentradas em região próxima da área de aplicação da carga. Na figura 2 é ilustrado como é a distribuição das tensões no caso dos pavimentos flexíveis:

Figura 2 - Distribuição das tensões.



Fonte: Balbo (2007).

Para Bernucci (2010), os pavimentos flexíveis, em geral associados aos pavimentos asfálticos, são compostos por camada superficial asfáltica (revestimento), apoiada sobre camadas de base, de sub-base e de reforço do subleito, constituídas por materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem adição de agentes cimentantes. Dependendo do volume de tráfego, da capacidade de suporte do subleito, da rigidez e espessura das camadas, e condições ambientais, uma ou mais camadas podem ser suprimidas.

A figura 3 abaixo mostra a execução de um pavimento flexível na fase de aplicação do revestimento betuminoso:

Figura 3 - Pavimento Flexível: estrutura e execução.



Fonte: Livro Pavimentação Asfáltica – Formação básica para engenheiros.

Em um pavimento flexível, a execução da camada de revestimento é com material asfáltico e a resistência do pavimento depende da espessura dessa camada. Este estudo dará ênfase à análise do revestimento betuminoso.

5.3 Revestimento Betuminoso

5.3.1 Definição

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), os revestimentos betuminosos são compostos por agregados e materiais betuminosos. Sua principal função é “resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma distribuída às camadas seguintes que formam o pavimento, além de melhorar as condições de rolamento (conforto e segurança) dos veículos e impermeabilizar o pavimento”.

Para BALBO (2007) “o revestimento deverá receber as cargas, estáticas ou dinâmicas, sem sofrer grandes deformações elásticas ou plásticas, desagregação de componentes ou, ainda, perda de compactação; necessita, portanto, ser composto de materiais bem aglutinados ou dispostos de maneira a evitar sua movimentação horizontal.”

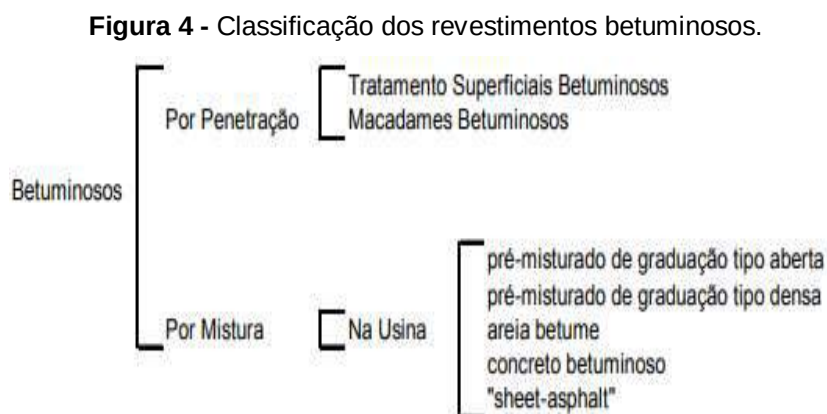
Os pavimentos são estruturas de múltiplas camadas, sendo o revestimento a primeira camada, que se destina a receber a carga dos veículos e mais diretamente a ação climática. Portanto, essa camada deve ser tanto quanto possível impermeável e resistente aos esforços de contato pneu-pavimento em movimento, que são variados conforme a carga e a velocidade dos veículos. (BERNUCCI, 2010).

O autor Senço (2007) ressalta que o revestimento é a camada mais nobre do pavimento e a adoção da espessura não pode servir como medida que venha a reduzir sua resistência, porque representa uma parte do pavimento que é constituída de material mais apto a garantir eficiência no seu comportamento.

5.4 Tipos de revestimentos betuminosos

O Manual de Pavimentação do DNIT (2006) classifica os tipos de revestimentos betuminosos de acordo com seu modo de execução: por penetração ou por mistura.

A figura 4 abaixo mostra todos os tipos de revestimentos betuminosos agrupados pela classificação determinada pelo DNIT:



Fonte: Manual de Pavimentação do DNIT.

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), os revestimentos betuminosos por penetração ainda possuem 2 (dois) modos de execução: o de penetração direta e o de penetração indireta.

A execução por penetração invertida consiste na aplicação de material betuminoso, seguida de espalhamento e compressão do agregado. Conforme o número de camadas é denominado de tratamento superficial simples, duplo ou triplo.

Por penetração direta, primeiro é executado o espalhamento e compactação da camada de agregados e depois a aplicação de material betuminoso, e recebendo ainda uma última camada de agregado miúdo. O DNIT traz como exemplo de revestimento por penetração direta o Macadame Betuminoso.

O revestimento que faz parte da classificação “por mistura” é quando o pré-envolvimento do agregado com o material betuminoso é feito em usinas fixas. Existem 2 (dois) modos de aplicação do revestimento, pode ser em temperatura ambiente, que são denominados de “pré-misturado a frio”, e pode ser em temperaturas elevadas, que são denominados de “pré-misturado a quente”. (DNIT, 2006)

Os pré-misturados de graduação aberta ou densa são diferenciados de acordo com a graduação dos agregados utilizados, os de graduação aberta é obrigatório o uso de capa selante e para os de graduação densa não se faz necessário. Quando o agregado predominante da mistura passa na peneira nº 10, tem-se os pré-misturados areia-betume. (DNIT, 2006)

O Manual do DNIT (2006), ainda define o concreto betuminoso usinado à quente como os pré-misturados a quente de graduação densa, mas que exigem rigoroso controle como granulometria, teor de betume, estabilidade, vazios, etc. E os “Sheet-Asphalt” são os pré-misturados areia-betume que também exigem controle semelhante a do concreto betuminoso.

5.5 Revestimentos betuminosos mais usados em Palmas-TO

5.5.1 Tratamentos Superficiais - TS

O Departamento Estadual Rodoviário do Estado do Paraná (DER-PR, 2017) define tratamento superficial como o serviço por penetração que envolve

aplicações alternadas de ligante asfáltico e agregados minerais, em operação simples ou múltipla.

O Engenheiro Luiz Henrique Teixeira da empresa CCB Asfaltos, em uma publicação para o Sindicato de Construção Pesada de São Paulo, traz a seguinte definição para Tratamentos Superficiais: “um revestimento flexível de pequena espessura, executado por espalhamento sucessivo de ligante betuminoso e agregado, em operação simples, ou múltipla em comboio de forma quase simultânea”. (Teixeira, 2012)

BALBO (2007) define os tratamentos superficiais como “revestimentos delgados constituídos por asfalto e agregados, executados sobre a base ou sobre o revestimento existente de um pavimento, não sendo utilizados processos de usinagem em sua execução”.

Conforme o processo construtivo adotado para a execução, esses tratamentos podem ser designados tratamentos por “penetração invertida” ou por “penetração direta”, consistindo em camada simples (TSS), dupla (TSD) ou tripla (TST). (BALBO, 2007)

Antes de qualquer aplicação de revestimento asfáltico é feita a imprimação da camada de Base. A imprimação consiste na aplicação de camada de material betuminoso sobre a superfície de base granular concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, com objetivo de garantir coesão superficial, impermeabilizar e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado. (DNER, 1997)

O método de execução de um Tratamento Superficial é descrito por BALBO (2007) como a aplicação de material asfáltico sobre a superfície, seguida da distribuição uniforme de agregados sobre o material asfáltico, com posterior compactação. Essas etapas de trabalho se repetem em caso de tratamentos superficiais duplos ou triplos.

A seguir, a figura 5 ilustra a etapa de aplicação da segunda camada de ligante betuminoso, com caminhão espargidor. Essa camada de material asfáltico faz parte das etapas da execução de um revestimento do tipo Tratamento Superficial Duplo – TSD.

Figura 5 - Aplicação da segunda camada de ligante betuminoso.



Fonte: Próprio autor.

A Norma de Especificação de Serviço dos Tratamentos Superficiais DNER-ES 309/97 aborda sobre o controle da quantidade do ligante aplicado. A taxa é obtida mediante a colocação de bandejas de peso e área conhecidos, na pista. Após a passagem do caminhão espargidor, tem-se a quantidade de ligante utilizado.

As imagens abaixo exemplificam uma coleta da taxa do ligante da segunda camada aplicada:

Figura 6 - Controle da taxa de ligante aplicado.



Fonte: Próprio autor.

Cada camada que compõe o TS recebe uma taxa de imprimação do ligante e após a execução de cada camada de tratamento, deve-se

esperar a fixação dos agregados pelo material asfáltico, para realizar-se a varredura da superfície terminada para a retirada do material solto. (DNER-ES 309/97)

Após as camadas de ligante e agregado deve ser feita a compactação do material com o equipamento chamado rolo liso compactador. A seguir, as imagens mostram um exemplo da execução de um Tratamento Superficial na fase de espalhamento do agregado e posterior compactação. (DNER-ES 309/97)

A seguir, a figura 7 mostra o espalhamento da segunda camada de agregado e a figura 8 mostra a compactação dessa camada de agregado com rolo liso.

Figura 7 - Espalhamento da segunda camada de agregado.



Fonte: Próprio autor.

Figura 8 - Compactação da camada de agregado.



Fonte: Próprio autor.

BERNUCCI (2010) ressalta que devido a espessura de um tratamento superficial ser pequena, ele não aumenta a resistência estrutural do pavimento e não corrige irregularidades (longitudinais ou transversais) da pista caso seja aplicado em superfície com esses defeitos.

A Construtora Diferencial (2020), afirma ser uma técnica que vem sendo utilizada no Brasil há muitos anos, porém, ao longo do tempo sua utilização foi sendo reduzida devido à abrangência e qualidade estrutural do Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ).

5.5.2 Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ

O DNIT define o Concreto Betuminoso a Quente, ou Concreto Asfáltico, como um revestimento pré-misturado a quente de graduação densa. Essa mistura do ligante e agregado é feita em usinas fixas e espalhada na pista em alta temperatura.

Balbo (2007), considera o CBUQ como a mistura mais comum e tradicional empregada no País, pelos materiais usados na sua fabricação e pelos processos de controle exigidos na sua aplicação.

Para sua produção os agregados são dosados e devem estar secos, isso é garantido pelo tambor de aquecimento. A temperatura do agregado é elevada a um valor compatível com a temperatura de usinagem do CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo), para que não caia a temperatura da mistura final. (BALBO, 2007)

Para SENÇO (2007), o CBUQ é o mais nobre dos revestimento flexíveis e consiste na mistura íntima de agregado, satisfazendo rigorosas especificações, e betume devidamente dosado. A mistura é feita em usina, com rigoroso controle de granulometria, teor de betume, temperaturas do agregado e do betume, transporte, aplicação e compressão, sendo mesmo o serviço de mais acurado controle dos que compõem as etapas da pavimentação. Em razão disso, o concreto betuminoso – concreto asfáltico, quando o ligante é o asfalto – tem sido preferido para revestimento das auto-estradas e das vias expressas.

A primeira etapa, antes de aplicar a mistura asfáltica, é fazer a limpeza do local com vassourão e/ou compressor de ar, para remover agregados dispersos, pó ou outras substâncias prejudiciais a aplicação. Em seguida,

aplicar a pintura de ligação, que deve apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência. (DER/PR ES-P 21/05).

A Norma DNIT 031/2004 traz, no item 5.4, o método de execução de um revestimento do tipo concreto asfáltico:

A pintura de ligação deve ser feita em casos de ter havido trânsito sobre a superfície imprimada ou a imprimação ter sido recoberta com areia, ou ainda, a imprimação ter sido executada há mais de 7 (sete) dias antes da aplicação do revestimento.

A temperatura do cimento asfáltico empregado na mistura dever ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura do ligante não deve ser inferior a 107 °C e nem superior a 177 °C.

Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas de 10 °C a 15 °C acima da temperatura do ligante asfáltico, sem ultrapassar 177 °C.

A produção do concreto asfáltico é feita em usinas e deve ser transportado em caminhões basculantes, com caçamba metálica coberta com lona, e a mistura deve estar na temperatura especificada até o local de aplicação.

Na figura abaixo, é possível observar o momento da aplicação do CBUQ na pista. O caminhão basculante traz o material preparado em usina até o local da aplicação e despeja na mesa acabadora, que irá aplicar e nivelar.

Figura 9 - Aplicação de CBUQ.



Fonte: Próprio autor.

A distribuição do concreto asfáltico deve ser feita por pavimentadoras automotrizes, também chamadas de acabadoras, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento definidos anteriormente em projeto.

Em seguida, é iniciada a etapa de rolagem, com rolos de pneus de pressão variável. Começa com baixa pressão, a qual deve ser aumentada à medida que a mistura seja compactada, suportando pressões mais elevadas. Durante a rolagem não são permitidas mudanças de direção e de marcha, nem o estacionamento do equipamento sobre o revestimento, e as rodas devem ser umedecidas para evitar a aderência da mistura.

A figura 10 abaixo, exemplifica a etapa de compactação do revestimento betuminoso aplicado, com o equipamento rolo de pneu:

Figura 10 - Compactação do revestimento com rolo de pneu.



Fonte: CATERPILLAR.

Após feita a passagem do rolo de pneu sobre a superfície acabada de revestimento, é feita a compactação com rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório, devendo ser iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista.

A figura 11 abaixo ilustra essa etapa de compactação com rolo tandem liso:

Figura 11 - Compactação do revestimento com rolo tandem liso.



Fonte: Próprio autor.

Após a aplicação do revestimento e posterior compactação, a via deve ser mantida sem tráfego até o completo resfriamento do revestimento betuminoso CBUQ .

5.6 Parâmetros para a escolha do revestimento betuminoso

A Prefeitura da cidade de São Paulo estabelece alguns parâmetros, denominados de Instrução de Projetos, para o Projeto de Pavimentação das vias. Essa Instrução de Projetos apresenta parâmetros de classificação das vias e também de dimensionamento da geometria e estrutura do pavimento.

A Instrução de Projeto IP 02/2004 determina como é feita a classificação das vias para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com o tráfego previsto para as mesmas.

- O tráfego leve é caracterizado por ruas com características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número inferior a 20 por dia;
- O tráfego médio é considerado para ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego;

- O tráfego meio pesado composto por ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego;
- O tráfego pesado é caracterizado por ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 301 a 1000 por dia, por faixa de tráfego.

A Instrução de Projeto IP 04/2004 prevê diretrizes para o dimensionamento de pavimentos flexíveis para tráfego leve e médio. Para uma via caracterizada com tráfego de leve a médio, o item 5.1.3 estabelece o tipo e a espessura da camada de rolamento, sendo determinado um revestimento asfáltico do tipo Pré Misturado a Quente (PMQ) ou Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) com espessura de 4,0 cm e 3,5 cm, respectivamente.

A Instrução de Projeto IP 05/2004 prevê diretrizes para o dimensionamento de pavimentos flexíveis para tráfego meio pesado, pesado, muito pesado e faixa exclusiva de ônibus. Para uma via caracterizada com tráfego de meio pesado a muito pesado, o item 5.2.1 estabelece o tipo e a espessura da camada de rolamento, sendo determinado um revestimento asfáltico do tipo Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) com espessuras de 5,0 cm até 10 cm, para as faixas de ônibus.

5.7 Patologias do Pavimento Asfáltico conforme Norma DNIT 005/2003

A Norma DNIT 005/2003: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia, define os termos técnicos empregados em defeitos que ocorrem nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos. Foi preparada pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa, para servir como documento base na utilização de termos técnicos rodoviários, referentes a defeitos nos pavimentos flexíveis e semirígidos.

5.7.1 Fenda

A Norma DNIT 005/2003 traz a definição de fenda como “qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas”.

Existem duas formas para a patologia do tipo fenda: a fissura e a trinca.

A fissura é uma fenda de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via. E a trinca é uma fenda existente no revestimento, facilmente visível a vista desarmada, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada.

A figura 12 traz um exemplo de patologia do tipo trincas longitudinais em uma das avenidas da cidade de Palmas:

Figura 12 - Exemplo de trincas longitudinais. Local: Avenida NS-10, Palmas-TO.



Fonte: Próprio autor.

5.7.2 Afundamento

A Norma define patologia do tipo afundamento como “deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação”. (Norma DNIT 005/2003)

O afundamento plástico é causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento. O afundamento de consolidação é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de solevamento. (Norma DNIT 005/2003)

A seguir, a figura 13 ilustra o tipo de patologia acima citada:

Figura 13 - Exemplo de afundamento.



Fonte: SindEtrans, 2018.

5.7.3 Ondulação ou Corrugação

É uma movimentação plástica do revestimento, que ocorre por falta de estabilidade da mistura asfáltica ou excessiva umidade do subleito. A Norma define ondulação como sendo uma deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento.

Para melhor entendimento, a figura 14 abaixo, mostra um exemplo de patologia do tipo ondulação:

Figura 14 - Exemplo de ondulação.



Fonte: SindEtrans, 2018.

5.7.4 Escorregamento

A Norma define patologia escorregamento como “deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com

aparecimento de fendas em forma de meia-lua”.

Ocorre, na maioria das vezes, por falhas construtivas ou aplicação de taxa inadequada da pintura de ligação.

Através da figura 15, ilustrada abaixo, é possível uma melhor visualização do tipo da patologia escorregamento:

Figura 15 - Exemplo de escorregamento.



Fonte: SindEtrans, 2018.

5.7.5 Exsudação

A patologia exsudação acontece quando há excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento. Esse tipo de patologia apresenta um aspecto escuro na superfície do pavimento, e tira a segurança da via ao diminuir a aderência do pneu à camada de rolamento.

Para melhor entendimento e visualização, a figura 16 abaixo traz um exemplo da patologia do tipo exsudação, em uma das avenidas da cidade de Palmas:

Figura 16 - Exemplo de exsudação. Local: Avenida NS-08, Palmas-TO.



Fonte: Próprio autor.

5.7.6 Desgaste

O desgaste é o efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.

Esse tipo de patologia ocorre, em sua maioria, devido a falhas de adesividade ligante-agregado, presença de água aprisionada e sobreposição em vazios da camada de revestimento, gerando deslocamento de ligante, deficiência no teor de ligante ou até mesmo por problemas executivos.

A figura 17 mostra a patologia do tipo desgaste presente em uma das avenidas da cidade de Palmas:

Figura 17 - Exemplo de desgaste. Local: Avenida NS-08, Palmas-TO.



Fonte: Próprio autor.

5.7.7 Panela ou Buraco

É uma cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas.

A figura 18 abaixo, apresenta um exemplo de panela em uma das avenidas da cidade de Palmas:

Figura 18 - Exemplo de panela ou buraco. Local: Avenida LO-12, Palmas-TO.



Fonte: Próprio autor.

5.7.8 Remendo

O remendo é a panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”. A Norma ainda traz o tipo de remendo profundo, quando há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento, e o remendo superficial que é uma correção, em área localizada, da superfície do revestimento.

A seguir, a figura 19, exemplifica um remendo executado conforme DNIT, em uma das avenidas da cidade de Palmas:

Figura 19 - Exemplo de remendo. Local: Avenida NS-08, Palmas-TO.



Fonte: Próprio autor.

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme exposto anteriormente, o trabalho tem como objetivo identificar as patologias presentes no pavimento, diagnosticar a causa do aparecimento dessas patologias e propor uma solução de reforço ao pavimento.

A figura 20, apresentada abaixo, foi tirada via satélite e está disponível no site do GeoPalmas, um sistema de informações geográficas de Palmas. Através da imagem é possível ter uma visão geral da quadra e das ruas internas que a compõem.

Figura 20 - Visão geral da Quadra ASR-SE 25, via satélite.



Fonte: GEOPALMAS.

Os procedimentos metodológicos do trabalho seguiram conforme fluxograma abaixo:

Figura 21 - Fluxograma da metodologia do trabalho.



Fonte: Próprio autor.

6.1 Identificação das patologias do pavimento

Para a identificação das patologias, foi utilizado o método de Levantamento Visual Contínuo – LVC, previsto pelo DNIT na Norma 008/2003 – PRO.

Essa norma estabelece as condições para avaliar a superfície de um pavimento flexível com base no Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF), e calcula o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e o Índice de Estado de Superfície (IES).

Os itens 4 e 5 da Norma apresentam as condições gerais e específicas do levantamento:

“Deve ser usado um veículo equipado com velocímetro/odômetro calibrado para aferição da velocidade de operação e das distâncias percorridas;

Deve ser evitada a realização do levantamento em dias chuvosos, com muita neblina, ou com pouca luz natural (início ou final do dia);

A equipe necessária para a realização do levantamento visual contínuo deve ser constituída preferencialmente de no mínimo dois técnicos, além do motorista do veículo.

O veículo deve ser operado a uma velocidade média aproximada de 40 km/h percorrendo a rodovia em um único sentido.”

O item 6 da Norma explica como deve ser o processo da avaliação da superfície do pavimento a ser estudado, que consiste no preenchimento do formulário contido no Anexo B da Norma, Anexo 02 desse trabalho.

A Norma também define como são estabelecidos os trechos para a avaliação e determina uma divisão em segmentos. A extensão mínima estabelecida para cada segmento de trecho é de 1 km e máxima de 6 km, sendo que preferencialmente deve-se adotar 1 km de extensão. Os trechos só podem ser maiores que 1 km quando o pavimento apresentar homogeneidade ao longo de toda a extensão, o que ocorre geralmente em pavimentos novos.

Para esse trabalho, a metodologia de divisão dos trechos foi adaptada, devido à particularidade do estudo, que nesse caso trata-se de ruas urbanas e não rodovias. Dessa forma, o preenchimento do formulário foi dividido em 4 (quatro) trechos de pavimento, que são o total de ruas internas da Quadra ASR-SE 25. Ao fim de cada trecho percorrido, fez-se o preenchimento do formulário com as informações das patologias identificadas.

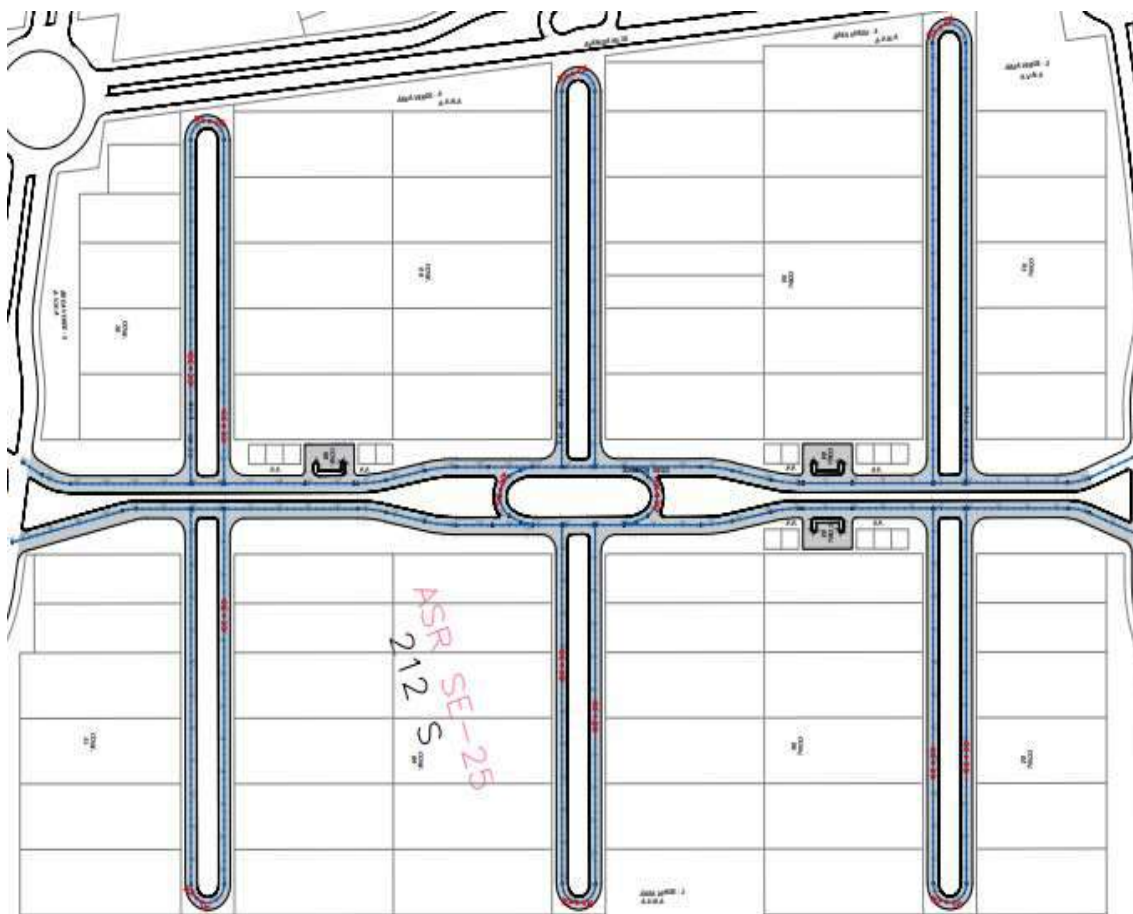
As ruas internas da quadra são denominadas de Rua SR-02, SR-11, SR-13 e SR-15. A Rua SR-02 é considerada a rua principal pelo fato de abranger as entradas de acesso à quadra, além de fazer as ligações com as demais ruas.

A figura 22, a seguir, mostra o Projeto de Pavimentação da Quadra ASR-SE 25, fornecido pela Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos de Palmas – SEISP.

O Projeto permite um melhor entendimento e visualização do trecho percorrido e da adaptação de divisão do mesmo, para posterior preenchimento do formulário.

A figura a seguir foi retirada do Projeto de Pavimentação em planta, fornecido pela Secretaria de Infraestrutura e Serviços Público de Palmas.

Figura 22 - Projeto de Pavimentação da Quadra ASR-SE 25.



Fonte: Prefeitura de Palmas.

Em paralelo ao Levantamento Visual Contínuo, cada patologia encontrada foi também registrada através de fotos.

Após o preenchimento do formulário fez-se os cálculos do Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF), que é a média dos índices obtidos no Levantamento do Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e do estado de superfície indicado pelo Índice de Estado de Superfície (IES).

Para avaliar a gravidade da condição da superfície do pavimento, a Norma traz o cálculo do Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE), que é feito através da fórmula:

$$IGGE = (Pt \times Ft) + (Poap \times Foap) + (Ppr \times Fpr)$$

Onde:

- Pt e Ft = frequência e peso do conjunto de trincas t ;
- $Foap$ e $Poap$ = frequência e peso do conjunto de deformações;

- Fpr e Ppr = frequência e peso do conjunto de painéis e remendos.

Os pesos para os cálculos estão contidos na Tabela 4 da Norma, apresentada abaixo na figura:

Figura 23 - Pesos para o cálculo do IGGE.

GRAVIDADE	Pt	Poap	Ppr
3	0,65	1,00	1,00
2	0,45	0,70	0,80
1	0,30	0,60	0,70

Fonte: Norma DNIT 008/2003 – PRO.

Em seguida, avaliou-se o estado de superfície indicado pelo Índice de Estado de Superfície (IES), previsto na Norma, que é obtido em função do ICPF e IGGE calculados. Os valores do IES, são determinados de acordo com a Tabela 5 da Norma, indicada abaixo:

Figura 24 - IES - Índice de Estado de Superfície.

DESCRIÇÃO	IES	CÓDIGO	CONCEITO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF > 3,5$	0	A	ÓTIMO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF \leq 3,5$	1	B	BOM
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$	2		
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF \leq 3,5$	3	C	REGULAR
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$	4		
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF \leq 2,5$	5	D	RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$	7		RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF \leq 2,5$	8	E	PÉSSIMO
$IGGE > 90$	10		

Fonte: Norma DNIT 008/2003 – PRO.

Os resultados dos cálculos são colocados no Quadro Resumo apresentado no Anexo D da Norma, Anexo 03 desse trabalho.

6.2 Obtenção de dados sobre a Obra de Pavimentação da Quadra ASR-SE 25

Durante a execução de um Revestimento Asfáltico do tipo Tratamento Superficial, é imprescindível que haja o controle da taxa de ligante betuminoso utilizado. Assim, é possível evitar algumas patologias causadas por dosagem inadequada, seja por excesso ou falta de ligante.

Um exemplo de patologia devido ao excesso de ligante betuminoso é a exsudação, citada anteriormente no tópico 5.4 Patologias do Pavimento Asfáltico. O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT diz que esse tipo de patologia compromete seriamente a aderência do revestimento

aos pneus do veículo, principalmente em dias chuvosos, o que caracteriza um problema funcional do pavimento.

Quando a dosagem do ligante é menor que a prevista em projeto, pode ocorrer o desgaste do pavimento. Os agregados se soltam o que prejudica a camada de rolamento feita para garantir conforto e segurança ao usuário.

Diante do exposto, foi solicitado à Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos – SEISP, os documentos com os ensaios realizados *in loco* para a verificação da taxa de ligante betuminoso usada na execução do pavimento, o Memorial Descritivo, que estabelece a taxa adequada, assim como os Projetos de Pavimentação e Drenagem da Quadra ASR-SE 25.

6.3 Análise dos formulários preenchidos e dos dados da obra para um diagnóstico da causa das patologias encontradas

Nessa etapa do trabalho, foram analisados todos os dados e informações adquiridas, para obter um diagnóstico da causa das manifestações patológicas do pavimento.

De acordo com o Engenheiro Paulo Fernando A. Silva, para se fazer um diagnóstico correto do que causou a patologia no pavimento, é preciso começar pela visita à obra para conhecer as Patologias e a via em análise. (SILVA, 2008)

Em seguida, é preciso fazer um levantamento de dados disponíveis, que consiste no levantamento do histórico da Obra, como data de construção, idade e projetos. Além disso, é importante manter contato com o construtor a fim de obter qualquer informação relevante. (SILVA, 2008)

Com a visita técnica realizada *in loco* e o preenchimento do formulário conforme a Norma DNIT 008/2003, todas as patologias presentes no pavimento foram identificadas e também codificadas, conforme Anexo A da mesma Norma.

Por conseguinte, a primeira análise trata-se do processo construtivo da obra, com enfoque em investigar se o aparecimento de patologias resultou de falhas durante a execução do pavimento.

Para completar o estudo, realizou-se outra análise em relação a não conclusão completa das obras de infraestrutura em prazo hábil e antes do período considerado chuvoso da cidade de Palmas.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No dia 11 de Janeiro de 2021, foi realizado o Levantamento Visual Contínuo – LVC na Quadra ASR-SE 25, o dia estava ensolarado e sem neblinas, conforme é exigido na Norma. Concomitantemente ao levantamento, cada patologia encontrada foi registrada por meio de fotos e com suas coordenadas geográficas de localização.

Os materiais e equipamentos utilizados para o LVC foram:

- Veículo equipado com velocímetro calibrado;
- Prancheta para preenchimento do formulário e anotações;
- Projeto de Pavimentação da Quadra;
- Celular com câmera de alta resolução;
- Uso de uma caneta esferográfica como referência nas fotos das patologias.

7.1 Levantamento Visual Contínuo - LVC

7.2.1 Trecho 01: Rua SR-11

O primeiro trecho percorrido, trecho 01, compreende a Rua SR-11 da Quadra e o Projeto de Pavimentação em planta traz uma subdivisão em lado esquerdo e direito da Rua, no sentido oeste e leste, respectivamente.

Nessa Rua existem estabelecimentos como retíficas e distribuidora de grãos. Foram encontradas 02 (duas) patologias do tipo Remendo do lado direito e 01 (uma) patologia do tipo Escorregamento do lado esquerdo, mostradas abaixo:

Figura 25 - Patologia 01: remendo.



Fonte: Próprio autor.

Coordenadas:

Latitude 10° 11' 36.14" S - Longitude 48° 18' 23.86" O

Figura 26 - Patologia 02: remendo.



Fonte: Próprio autor.

Coordenadas:

Latitude 10° 11' 36.54" S - Longitude 48° 18' 22.38" O

Figura 27 - Patologia 03: escorregamento.



Fonte: Próprio autor.

Coordenadas:

Latitude 10° 11' 39.39" S - Longitude 48° 18' 15.89" O

As patologias denominadas de escorregamento ocorrem em camadas de massas asfálticas. Uma vez que o estudo trata de um revestimento do tipo TSD, a patologia acima foi caracterizada como uma desagregação dos materiais que compõem o revestimento. Tal observação está presente no formulário, preenchido durante o LVC.

O formulário foi preenchido ao fim de cada trecho, conforme previsto na Norma DNIT 008/2003 – PRO, assim como o Quadro Resumo com os resultados, e estão anexos a esse trabalho.

7.1.2 Trecho 02: Rua SR-13

O próximo trecho do levantamento, trecho 02, é o que compreende a Rua SR-13, onde foi possível observar que a maioria dos lotes estão sem ocupação. Nele, foram encontradas 02 (duas) patologias do tipo remendo do lado esquerdo, mostradas abaixo:

Figura 28 - Patologia 04: remendo.



Fonte: Próprio autor.

Coordenadas:

Latitude 10° 11' 47.86" S - Longitude 48° 18' 15.90" O

Figura 29 - Patologia 05: remendo.



Fonte: Próprio autor.

Coordenadas:

Latitude 10° 11' 47.38" S - Longitude 48° 18' 17.34" O

7.1.3 Trecho 03: Rua SR-15

No trecho 03, que corresponde a Rua SR-15, foi identificada apenas 01 patologia do tipo remendo do lado direito.

Figura 30 - Patologia 06: remendo.



Fonte: Próprio autor.

Coordenadas:

Latitude 10° 11' 52.15" S - Longitude 48° 18' 28.93" O

7.1.4 Trecho 04: Rua SR-15

O Trecho 04, que compreende a Rua SR-02, foi o último trecho percorrido, é a principal via que possui os acessos de entrada da Quadra, e não apresentou nenhuma patologia.

Figura 31 - Rua SR 02, lado direito.



Fonte: Próprio autor.

Figura 32 - Rua SR 02, lado esquerdo.



Fonte: Próprio autor.

As Ruas principais da Quadra se diferenciam das demais vias por possuírem uma camada de Sub-base com uma espessura de 15 cm, conforme o projeto apresentado no tópico a seguir. Além disso, em sua camada de capa, foi aplicado o revestimento do tipo CBUQ.

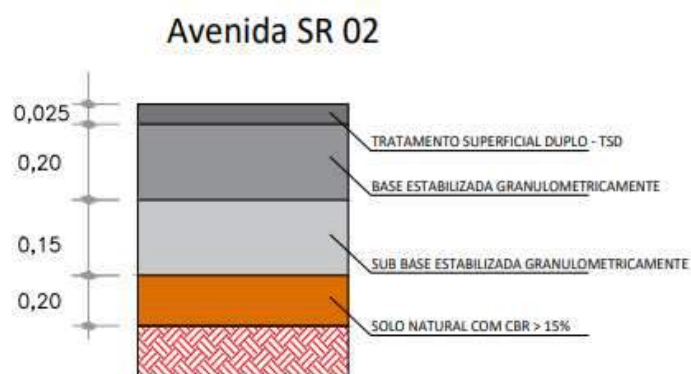
7.2 Dados da Obra

7.2.1 Projetos de Pavimentação e Drenagem

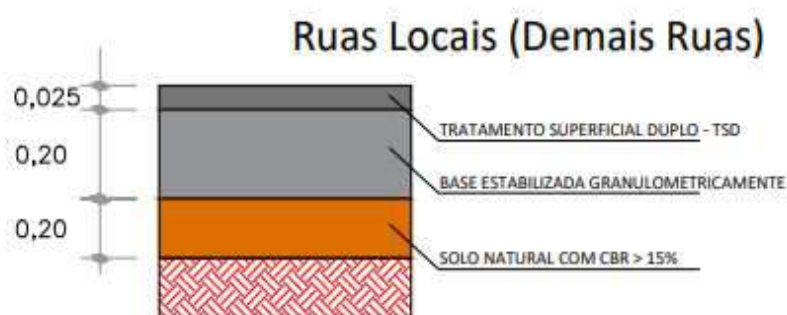
Para que fosse possível realizar as análises do presente estudo, a Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos de Palmas forneceu os Projetos de Pavimentação e Drenagem da Quadra ASR-SE 25, em arquivo digital e estão anexos a esse trabalho.

No Projeto de Pavimentação estão determinadas as camadas que formam a estrutura do pavimento, assim como suas respectivas espessuras e o tipo de material utilizado em cada via.

As figuras a seguir foram retiradas da Prancha 01 do Projeto de Pavimentação, e mostram os cortes transversais para identificação das camadas da estrutura do pavimento.

Figura 33 - Estrutura do Pavimento da Avenida SR-02.

Fonte: Projeto de Pavimentação da Quadra ASR-SE 25.

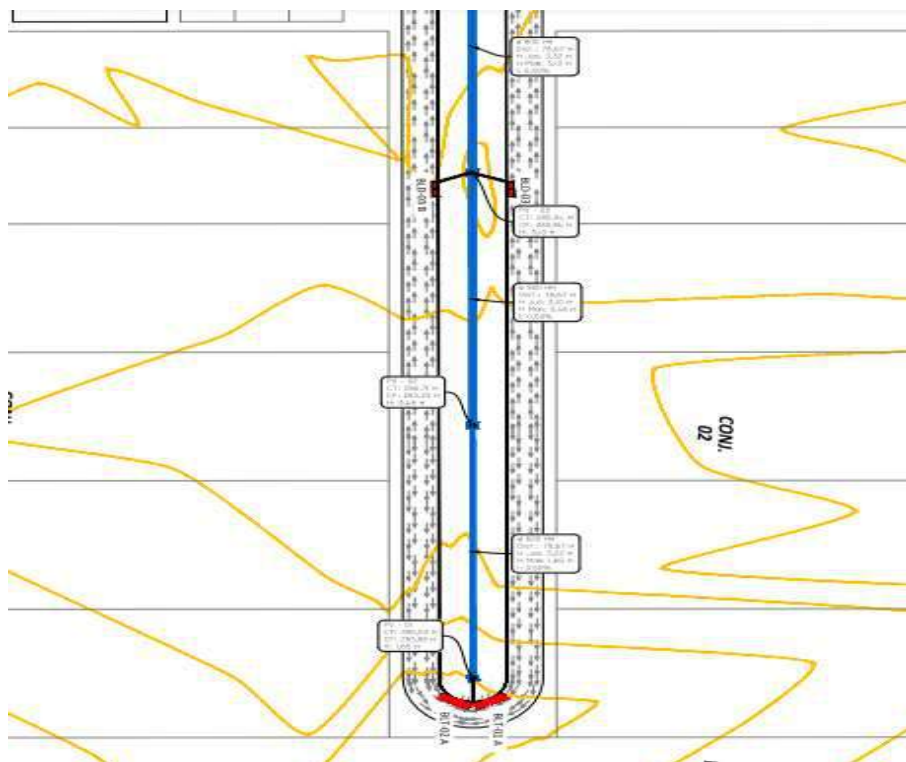
Figura 34 - Estrutura do Pavimento das demais ruas da Quadra.

Fonte: Projeto de Pavimentação da Quadra ASR-SE 25.

Através dos cortes transversais, nota-se a diferença entre as camadas da estrutura do pavimento da Rua SR-02 e as demais Ruas da Quadra. Enquanto a Avenida principal apresenta a camada de Sub-base com 20 cm de espessura, as demais ruas da Quadra possuem apenas a camada de Base.

Além do Projeto de Pavimentação, é de extrema importância a análise ao Projeto de Drenagem, pois faz parte do conjunto de obras de infraestrutura da Quadra. Por meio do projeto, é possível visualizar os pontos baixos e críticos de acúmulo de água e também como a rede foi disposta diante disso.

A figura abaixo mostra a disposição dos dispositivos de drenagem na Rua SR-11 lado esquerdo e foi retirada do Projeto de Drenagem fornecido:

Figura 35 - Rede de drenagem da Rua SR-11.

Fonte: Projeto de Drenagem da Quadra ASR-SE 25.

Os dispositivos de drenagem denominados de poços de visita, a rede de drenagem e os ramais, que são responsáveis por conduzir as águas pluviais ao destino final, foram executados antes do pavimento e estão nos canteiros centrais da via, como pode ser visto na figura 34.

As bocas de lobo, previstas em projeto nos pontos considerados baixos da via, são executadas após o pavimento pronto e através do projeto é possível identificar a localização de tais pontos.

7.2.2 Memorial Descritivo de Pavimentação

O Memorial Descritivo da Obra foi elaborado e entregue a Prefeitura de Palmas acompanhado dos Projetos de Pavimentação e Drenagem. Nele estão contidas todas as informações de como cada serviço deve ser feito e serve como um “manual” para ser seguido a fim de se obter sucesso na obra.

Fornecido pela Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos de Palmas, o Memorial Descritivo da obra é referente a Pavimentação da Quadra ASR-SE 25 e é um documento público. Para esse trabalho, as informações retiradas estão previstas nos tópicos 3 e 6, de Pavimentação e Estudo de

Tráfego, respectivamente.

O Item 3 estabelece o tipo de revestimento betuminoso determinado em Projeto, assim como as taxas dos materiais que compõem o pavimento. Então, o revestimento aplicado foi o Tratamento Superficial Duplo de penetração invertida, com Emulsão Asfáltica Catiônica de Ruptura Rápida RR-2C.

Para a imprimação, a primeira camada de ligante que a camada de capa recebe, foi determinado o Asfalto Diluído do tipo Cura Média CM-30, com taxas entre 0,9 a 1,1 kg/m².

Para as taxas de agregado e ligante a serem aplicados, foram determinados intervalos de modo que a taxa ideal seja determinada em campo. Assim, a referência inicial apresentada é:

• Agregado a ser espalhado	• Para o ligante
1ª camada: 18 à 22 kg/m ²	1º banho: 0,9 à 1,1 l/m ²
2ª camada: 08 à 12 kg/m ²	2º banho: 0,9 à 1,0 l/m ²
Capa Selante: 02 à 06 kg/m ²	3º banho: 0,8 à 1,0 l/m ²

Ao final do Item 3, o Memorial Descritivo determina que a liberação ao tráfego só deve ser feita após um período de 48 horas do pavimento pronto.

O Item 6 do Memorial aborda sobre o Estudo de Tráfego feito para a escolha do tipo de Revestimento Betuminoso e a sua espessura. Foi adotada uma estimativa de trânsito futuro, pois consideraram que a região ainda não estava devidamente ocupada.

A estimativa do tráfego foi feita através de uma avaliação durante a fase de projetos, em 2018, ano em que o Memorial Descritivo e os Projetos foram elaborados. A partir dessa avaliação, fez-se uma projeção ao longo do período de projeto, considerando taxas de crescimento do tráfego e também de eventuais mudanças no sistema de transporte local.

É importante ressaltar que o Projeto de Pavimentação foi realizado para que, em um período de 05 anos, o pavimento suporte as solicitações em condições de conforto e segurança ao usuário.

Em sequência, o número “N”, de repetições do eixo simples padrão, foi determinado pela previsão de solicitação de tráfego e a partir da classificação das vias. O Memorial Descritivo traz o seguinte quadro:

Figura 36 - Quadro de classificação das vias.

Tipo De Via	Função Predominante	Tráfego Previsto	VMD Inicial na Faixa Mais Carregada		"N"
			Veículos Leves	Caminhões e Ônibus	
V-1	Local-Residencial	Muito Leve	100	3 a 20	1×10^3 a 3×10^4
V-2	Via Local 1Linha de Ônibus	Leve	101 a 400	21 a 100	4×10^4 a 3×10^5
V-3	Via Coletora <3Linhas de Ônibus	Médio	401 a 1.500	101 a 500	4×10^5 a 3×10^6
V-4	Via Coletora >3Linha de Ônibus	Médio Pesado	1.501 a 5.000	501 a 1.000	4×10^6 a 1×10^7
V-5	Via Arterial	Pesado	5001 a 10.000	1.001 a 1.999	2×10^7 a 3×10^7
V-6	Via Arterial Principal Ou Expressa	Muito Pesado	>10.000	≥ 2.000	4×10^7 a 2×10^8

Fonte: Memorial Descritivo de Pavimentação da Quadra ASR-SE 25.

A partir desse quadro, com a classificação das vias em relação à função predominante e tráfego previsto, determinou-se o número N. A via considerada foi o tipo V-1, Via Local V1 (Número "N" = 1×10^4).

Determinado o número N, o próximo passo no dimensionamento do pavimento é definir a espessura do revestimento. Para isso, foi utilizado como parâmetro o Manual de Pavimentação do DNIT, que traz uma tabela com a espessura ideal conforme a solicitação de tráfego encontrada.

Na figura abaixo, é possível identificar que a espessura definida em projeto para o pavimento foi de 2,50cm:

Figura 37 - Determinação da espessura do revestimento conforme número N.

N - Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso	
$N \leq 10^6$	Tratamentos Superficiais Duplo com 2,50 cm
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	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: Manual de Pavimentação do DNIT.

7.2.3 Laudos Técnicos

Os laudos técnicos, nomeados como controle de taxas, são elaborados

pelo laboratório da equipe de fiscalização da obra, eles apresentam os dados das taxas reais, ou seja, as taxas dos materiais aplicados durante a execução do pavimento em estudo.

O emprego de taxas inadequadas dos materiais causa patologias dos tipos trincas, desagregação, que geram no futuro buracos, e exsudação. Por isso, esse controle de taxas é essencial, principalmente quando se trata de Tratamentos Superficiais, em que a mistura dos materiais é feita *in loco* e a taxa ideal de cada material empregado vai garantir a aderência e homogeneidade da camada de capa do pavimento.

É muito importante assegurar tanto a aderência entre os materiais, ligante betuminoso e agregado, como também a fixação dos mesmos a camada de Base, parte fundamental das camadas que formam o pavimento.

As tabelas a seguir mostram as taxas dos materiais empregados na execução do Tratamento Superficial Duplo da Quadra ASR-SE 25, com enfoque nos trechos em que foram identificadas as patologias.

Tabela 1 - Controle de Taxas: imprimação Rua SR 11, lado direito.

CONTROLE DE TAXAS														
OBRA: CONTRATO Nº 06/2020				TRECHO: 212 SUL SR 11-01				FICHA: 001						
EMPREENHEIRA: IBIZA CONSTRUTORA					SERVIÇO: IMPRIMAÇÃO				MAT. BETUMINOSO: CM 30					
ESTACA		POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LÍQUIDO	TAXA	TEMPERATURA DE APLICAÇÃO °C	POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LÍQUIDO	TAXA
INICIAL	FINAL		TARA Kg	ÁREA m²	Kg	Kg	Kg/ m²			TARA Kg	ÁREA m²	Kg	Kg	Kg/ m²
18+10	27	L/D	3,482	1,600	3,645	0,163	1,019	50°C						
		L/X	3,516	1,600	3,678	0,162	1,013	50°C						
		L/E	3,546	1,600	3,709	0,163	1,019	50°C						
						MÉDIA	1,017							

Fonte: Laudos Técnicos da Obra.

Tabela 2 - Controle de taxas: imprimação Rua SR 11, lado esquerdo.

CONTROLE DE TAXAS														
OBRA: CONTRATO Nº 06/2020				TRECHO: 212 SUL SR 11-02				FICHA: 003						
EMPREENHEIRA: IBIZA CONSTRUTORA					SERVIÇO: IMPRIMAÇÃO					MAT. BETUMINOSO: CM 30				
ESTACA		POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LIQUIDO	TAXA	TEMPERA T. DE APLICAÇÃO °C	POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LIQUIDO	TAXA
INICIAL	FINAL		TARA Kg	ÁREA m²	Kg	Kg	Kg/ m²			TARA Kg	ÁREA m²	Kg	Kg	Kg/ m²
12	23		L/E	3,619	1,600	3,784	0,165			1,031	50°C			
		L/X	3,661	1,600	3,825	0,164	1,025	50°C						
		L/D	3,698	1,600	3,864	0,166	1,037	50°C						
						MÉDIA	1,031							

Fonte: Laudos Técnicos da Obra.

Tabela 3 - Controle de taxas: TSD Rua SR 11, lado direito.

CONTROLE DE TAXAS														
TRECHO: 212 SUL SR 11-01			OBRA: CONTRATO Nº 06/2020						RG: 001					
IMPRESA: IBIZA CONSTRUTORA					SERVIÇO: TSD					MAT. BETUMINOSO RR-2C				
ESTACA		POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LÍQUIDO	TAXA	TEMPERA T. DE APLICAÇÃO °C	POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LÍQUIDO	TAXA
INICIAL	FINAL		TARA Kg	ÁREA m²						TARA Kg	ÁREA m²			
18+10	27	L/E	3,490	1,600	3,660	0,170	1,063	60	L/D	3,472	1,600	6,547	3,075	19,219
		L/X	3,660	1,600	3,835	0,175	1,094	60	L/X	3,472	1,600	6,530	3,058	19,113
		L/D	3,660	1,600	3,834	0,174	1,088	60	L/E	3,472	1,600	6,552	3,080	19,250
						MÉDIA	1,081						MÉDIA	19,194
18+10	27	L/E	3,824	1,600	3,991	0,167	1,044	60	L/D	3,472	1,600	4,858	1,386	8,663
		L/X	3,752	1,600	3,921	0,169	1,056	60	L/X	3,472	1,600	4,884	1,412	8,825
		L/D	3,756	1,600	3,923	0,167	1,044	60	L/E	3,472	1,600	4,873	1,401	8,756
						MÉDIA	1,048						MÉDIA	8,748
18+10	27	L/E	3,845	1,600	3,999	0,154	0,962	60	L/D	3,472	1,600	4,062	0,590	3,688
		L/X	3,992	1,600	4,137	0,145	0,906	60	L/X	3,472	1,600	4,065	0,593	3,706
		L/D	4,112	1,600	4,265	0,153	0,956	60	L/E	3,472	1,600	4,060	0,588	3,675
						MÉDIA	0,942						MÉDIA	3,690

Fonte: Laudos Técnicos da Obra.

Tabela 4 - Controle de taxas: TSD Rua SR 11, lado esquerdo.

CONTROLE DE TAXAS														
TRECHO: 212 SUL SR 11-02					OBRA: CONTRATO Nº 06/2020					RG: 004				
IMPRESA: IBIZA CONSTRUTORA					SERVIÇO: TSD					MAT. BETUMINOSO RR-2C				
ESTACA		POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LIQUIDO	TAXA	TEMPERA T. DE APLICAÇÃO °C	POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LIQUIDO	TAXA
INICIAL	FINAL		TARA Kg	ÁREA m²						TARA Kg	ÁREA m²			
14	23	L/D	3,712	1,600	3,884	0,172	1,075	58	L/D	3,472	1,600	6,499	3,027	18,919
		L/X	3,756	1,600	3,923	0,167	1,044	58	L/X	3,472	1,600	6,567	3,095	19,344
		L/E	3,854	1,600	4,026	0,172	1,075	58	L/E	3,472	1,600	6,561	3,089	19,306
						MÉDIA	1,065						MÉDIA	19,190
14	23	L/E	3,898	1,600	4,076	0,178	1,113	60	L/D	3,472	1,600	4,872	1,400	8,750
		L/X	4,034	1,600	4,209	0,175	1,094	60	L/X	3,472	1,600	4,870	1,398	8,738
		L/D	4,078	1,600	4,249	0,171	1,069	60	L/E	3,472	1,600	4,877	1,405	8,781
						MÉDIA	1,092						MÉDIA	8,756
14	23	L/D	3,923	1,600	4,076	0,153	0,956	60	L/D	3,472	1,600	4,067	0,615	3,844
		L/X	3,998	1,600	4,145	0,147	0,919	60	L/X	3,472	1,600	4,083	0,611	3,819
		L/E	4,045	1,600	4,193	0,148	0,925	60	L/E	3,472	1,600	4,071	0,599	3,744
						MÉDIA	0,933						MÉDIA	3,802

Fonte: Laudos Técnicos da Obra.

Tabela 5 - Controle de taxas: imprimação Rua SR 13, lado esquerdo.

CONTROLE DE TAXAS														
OBRA: CONTRATO Nº 06/2020					TRECHO: 212 SUL SR 13-02					FICHA: 001				
EMPREENHEIRA: IBIZA CONSTRUTORA					SERVIÇO: IMPRIMAÇÃO					MAT. BETUMINOSO: CM 30				
ESTACA		POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LIQUIDO	TAXA	TEMPERA T. DE APLICAÇÃO °C	POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LIQUIDO	TAXA
INICIAL	FINAL		TARA Kg	ÁREA m²	Kg	Kg	Kg/ m²			Kg	Kg	Kg/ m²		
12	23	L/D	3570	160	3743	173	1,081	49°C						
		L/E	3612	160	3786	174	1,088	50°C						
		L/E	3721	160	3894	173	1,081	50°C						
						MEDIA	1,083							

Fonte: Laudos Técnicos da Obra.

Tabela 6 - Controle de taxas: TSD Rua SR 13, lado esquerdo.

CONTROLE DE TAXAS														
TRECHO: 212 SUL SR 13 -02			OBRA: CONTRATO Nº 06/2020						RIG: 001					
EMPRESA: IBIZA CONSTRUTORA					SERVIÇO: TSD				MAT. BETUMINOSO RR-2C					
ESTACA		POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LIQUIDO	TAXA	TEMPERA T. DE APLICAÇÃO °C	POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LIQUIDO	TAXA
INICIAL	FINAL		TARA Kg	ÁREA m²	Kg	Kg	Kg/ m²			TARA Kg	ÁREA m²	Kg	Kg	Kg/ m²
12	22	L/E	3510	160	3678	168	1,050	60	L/D	3472	160	6678	3206	20,038
		L/D	3600	160	3769	169	1,056	60	L/X	3472	160	6676	3204	20,025
							MÉDIA 1,053						MÉDIA	20,031
12	22	L/D	3654	160	3829	175	1,094	60	L/D	3472	160	4967	1495	9,344
		L/E	3721	160	3897	176	1,100	60	L/X	3472	160	4990	1518	9,488
							MÉDIA 1,097						MÉDIA	9,416
12	22	L/E	3715	160	3867	152	0,950	60	L/D	3472	160	4210	738	4,613
		L/D	3790	160	3946	156	0,975	60	L/X	3472	160	4217	745	4,656
							MÉDIA 0,963						MÉDIA	4,634

Fonte: Laudos Técnicos da Obra.

Tabela 7 - Controle de taxas: imprimação Rua SR 15, lado direito.

CONTROLE DE TAXAS														
OBRA: CONTRATO Nº 06/2020			TRECHO: 212 SUL SR 15-01						FICHA:					
EMPREENHEIRA: IBIZA CONSTRUTORA					SERVIÇO: IMPRIMAÇÃO				MAT. BETUMINOSO: CM - 30					
ESTACA		POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LIQUIDO	TAXA	TEMPERA T. DE APLICAÇÃO °C	POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LIQUIDO	TAXA
INICIAL	FINAL		TARA Kg	ÁREA m²	Kg	Kg	Kg/ m²			TARA Kg	ÁREA m²	Kg	Kg	Kg/ m²
12	20	L/D	3589	160	3760	171	1,069	50						
		L/EX	3693	160	3860	167	1,044	50						
		L/E	3743	160	3914	171	1,069	50						
							MÉDIA 1,060							

Fonte: Laudos Técnicos da Obra.

Tabela 8 - Controle de taxas: imprimação Rua SR 15, lado esquerdo.

CONTROLE DE TAXAS														
OBRA: CONTRATO Nº 06/2020			TRECHO: 212 SUL SR 15-02						FICHA: 001					
EMPREENHEIRA: IBIZA CONSTRUTORA					SERVIÇO: IMPRIMAÇÃO				MAT. BETUMINOSO: CM 30					
ESTACA		POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LIQUIDO	TAXA	TEMPERAT. DE APLICAÇÃO °C	POSICÃO	BANDEJA		PESO BRUTO	PESO LIQUIDO	TAXA
INICIAL	FINAL		TARA Kg	ÁREA m²	Kg	Kg	Kg/ m²			TARA Kg	ÁREA m²	Kg	Kg	Kg/ m²
1	11	L/E	3,556	1,600	3,720	0,164	1,025	50°C						
		L/X	3,643	1,600	3,808	0,165	1,031	50°C						
		L/D	3,687	1,600	3,853	0,166	1,038	50°C						
							MÉDIA 1,031							

Fonte: Laudos Técnicos da Obra.

Tabela 9 - Controle de taxas: TSD Rua SR 15, lado esquerdo.

CONTROLE DE TAXAS														
TRECHO: 212 SUL SR 15-02			OBRA: CONTRATO Nº 06/2020						RG: 001					
EMPRESA: IBIZA CONSTRUTORA					SERVIÇO: TSD				MAT. BETUMINOSO RR-2C					
ESTACA		POSICÃO	BANDEIJA		PESO BRUTO	PESO LÍQUIDO	TAXA	TEMPERATURA DE APLICAÇÃO °C	POSICÃO	BANDEIJA		PESO BRUTO	PESO LÍQUIDO	TAXA
INICIAL	FINAL		TARA Kg	ÁREA m²	Kg	Kg	Kg/ m²			TARA Kg	ÁREA m²	Kg	Kg	Kg/ m²
1	11	L/E	3598	160	3765	167	1,044	60	L/D	3472	160	6515	3043	19,019
		L/X	3608	160	3769	161	1,006	60	L/X	3472	160	6532	3060	19,125
		L/D	3678	160	3842	164	1,025	60	L/E	3472	160	6536	3064	19,150
						MÉDIA	1,025						MÉDIA	19,098
1	11	L/E	3592	160	3760	168	1,050	60	L/D	3472	160	4850	1378	8,613
		L/X	3662	160	3829	167	1,044	60	L/X	3472	160	4855	1383	8,644
		L/D	3710	160	3879	169	1,056	60	L/E	3472	160	4860	1388	8,675
						MÉDIA	1,050						MÉDIA	8,644
1	11	L/E	3814	160	3961	147	0,919	60	L/D	3472	160	4051	579	3,619
		L/X	3896	160	4046	150	0,938	60	L/X	3472	160	4056	584	3,650
		L/D	3920	160	4075	155	0,969	60	L/E	3472	160	4061	589	3,681
						MÉDIA	0,942						MÉDIA	3,650

Fonte: Laudos Técnicos da Obra.

As taxas de imprimação, agregado e ligante betuminoso estão dentro do intervalo admitido pelo Memorial Descritivo.

Os laudos apresentados acima correspondem aos trechos que apresentaram patologias durante o LVC, considerando o intervalo de estacas previsto no Projeto de Pavimentação.

7.3 Análise das informações obtidas

Todos os documentos solicitados à Prefeitura foram minuciosamente estudados e as informações pertinentes ao trabalho foram expostas no tópico 7.2 Dados da Obra, apresentado acima.

As análises realizadas com os dados obtidos da obra são para investigar o que causou cada patologia encontrada no Levantamento Visual Contínuo e assim, poder propor uma solução eficaz.

Quando o assunto é patologia em obras viárias ou civis, a primeira análise a ser feita é em relação ao que foi projetado e o real executado. Essa etapa de conferir o Projeto e confrontar com as informações da execução da obra é o primeiro passo de investigação da causa de patologias.

Posto isso, é perceptível a falta de estudo de tráfego para a determinação do número N e, conseqüentemente, o dimensionamento do pavimento da Quadra. Para determinar as espessuras de cada camada que compõe a estrutura de um pavimento flexível, o Memorial Descritivo apresenta uma projeção do tráfego, tendo como parâmetro o tráfego atual da época em que foi

elaborado. Vale lembrar que o Memorial Descritivo e os Projetos da Quadra ASR-SE 25 foram entregues a Prefeitura no ano de 2018.

Através da projeção do tráfego, o Memorial Descritivo determina a tipologia do revestimento betuminoso e a espessura da camada que deve ser aplicada: Tratamento Superficial Duplo de forma penetração invertida e uma camada de 2,5 cm de espessura. Também estabelece um intervalo de taxas de ligante betuminoso e agregado e, a quantidade real de taxa aplicada foi verificada nos laudos de controle de taxas das Ruas SR-11, SR-13 e SR -15. As taxas aplicadas, tanto de ligante como de agregados, respeitam o intervalo indicado no Memorial Descritivo.

Dessa forma, pode-se afirmar que as patologias não foram causadas por falhas durante a execução da camada de revestimento betuminoso, considerando que os Laudos de Controle Tecnológico apresentados estão em conformidade com o Projeto e Memorial Descritivo.

A segunda análise realizada foi em relação ao cronograma físico-financeiro da obra, devido à percepção, durante a visita *in loco*, que alguns trechos de pavimentação não foram concluídos e não foram executados os serviços: meio-fio e Bocas de Lobo, que são responsáveis por escoar a água da chuva e direcioná-las as galerias pluviais.

A Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos de Palmas informou que a Ordem de Serviço foi assinada no dia 11/03/2020, com início das atividades no dia 20/04/2020 e o cronograma físico-financeiro estabeleceu um prazo de 15 meses para conclusão dos serviços. Essas datas e prazos foram determinados para o Lote 02, que abrange obras de infraestrutura em várias Quadras da cidade, incluindo a Quadra ASR-SE 25.

O cronograma físico-financeiro seguiu a ordem cronológica de execução dos serviços em uma obra de infraestrutura e determina para o 11º mês, após a conclusão dos serviços de pavimentação, o início das atividades que abrangem as bocas de lobo (BL) e o meio fio.

Porém, no cronograma físico-financeiro não é previsto o período chuvoso da cidade de Palmas que é bem definido e intenso, principalmente entre os meses de novembro a março. Então, é necessário um planejamento adequado da equipe para que as obras e os serviços já executados não sejam afetados pelas fortes chuvas.

7.4 Diagnóstico e proposta de solução

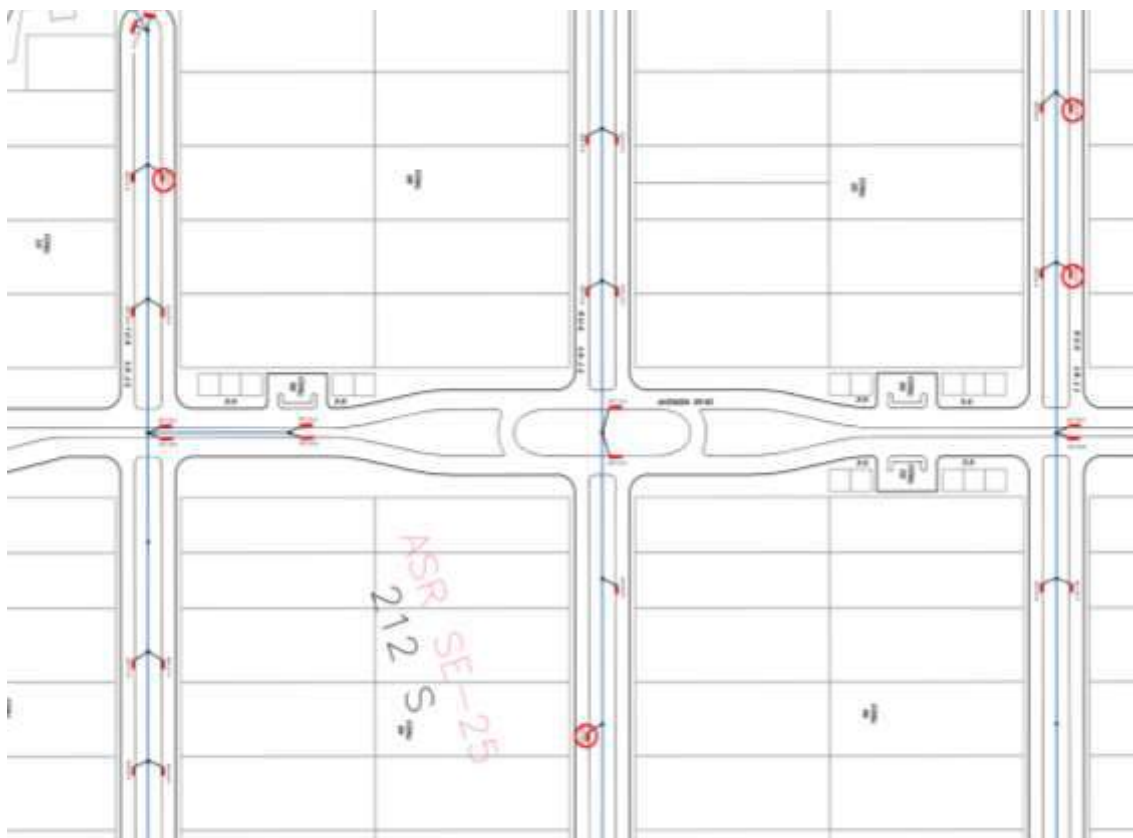
O diagnóstico das patologias foi baseado nas análises feitas do compilado de informações obtidas dos projetos, do memorial descritivo, dos laudos e do cronograma físico-financeiro da obra.

A principal patologia encontrada no pavimento em estudo foi a do tipo remendo, presente na maioria das vias da Quadra. A necessidade de executar remendos se dá, na maioria das vezes, devido ao surgimento de placas abertas e que devem ser corrigidas de imediato.

Na análise feita ao Projeto de Drenagem fornecido pela Prefeitura de Palmas, percebeu-se que todos os pontos de remendos são áreas previstas em projeto para execução de bocas de lobo, parte fundamental do sistema de drenagem, responsável por coletar às águas pluviais da via e direcioná-las as galerias.

A figura, a seguir, mostra o Projeto de Drenagem da Quadra com identificação das patologias e mostra que as regiões em que elas foram encontradas, são pontos baixos previstos para a coleta das águas pluviais da via, através das bocas de lobo.

Figura 38 - Pontos de identificação dos remendos.



Fonte: Projeto de Drenagem da Quadra ASR-SE 25.

Juntamente com a análise do Projeto, verificou-se também o cronograma físico-financeiro da obra, e nele foi estabelecida a execução do meio-fio e das bocas de lobo após a conclusão dos serviços de pavimentação. O fato se dá na ausência de um planejamento adequado para que os serviços já executados não fossem danificados pelas fortes chuvas que acontecem na cidade durante o período entre novembro e março.

Em virtude da ausência de um planejamento adequado considerando o período chuvoso da cidade, a causa das patologias do tipo remendo é o acúmulo de águas pluviais nos pontos considerados baixos do pavimento e, a falta dos dispositivos de drenagem, BL's e meio-fio, que ocasionou uma erosão nas camadas abaixo da capa.

A solução imediata para essa patologia é a realização de reparos localizados, os remendos, sendo que estes já estão sendo feitos. Então, para que não haja acúmulo de águas pluviais no pavimento e nem a erosão das camadas, é necessário que executem o meio-fio e as bocas de lobo, ou seja, finalizem o sistema de drenagem da Quadra por completo. Isso trará a funcionalidade para a qual foram projetados a rede de drenagem e também o pavimento.

Além dos remendos, outra patologia identificada no LVC foi a desagregação dos materiais do revestimento, que ocorre, na maioria das vezes, devido a aplicação da taxa inadequada de ligante betuminoso.

Nesse caso, foi de extrema importância a análise feita aos dados de controle tecnológico da obra para ter um diagnóstico, e todos apresentaram taxas dentro do intervalo indicado no Memorial Descritivo.

No entanto, a equipe de fiscalização nos informou que, dada a necessidade do atendimento ao comércio local não houve possibilidade de interdição da pista e o tempo de cura de 48 horas, como recomenda o Memorial Descritivo, não foi respeitado. Ao fim da execução da última camada, a pista não foi interditada e o tráfego seguiu normalmente.

Atrelado a isso, o tipo de revestimento utilizado, Tratamento Superficial Duplo, não contribui para a resistência estrutural pois, devido a sua pequena espessura, não suporta as tensões geradas pelo esforço de torção do giro do pneu de veículos pesados sobre seu próprio eixo. O TSD tem função apenas de impermeabilizar e proteger as camadas do pavimento, dando condição de

rolamento à via.

Dessa forma, é importante ressaltar que o aparecimento da desagregação se deu em frente ao portão de entrada de uma Distribuidora de Grãos na Rua SR-11, uma região de manobras para entrada e saída de caminhões pesados. É possível observar, através da figura abaixo, a marca do pneu do caminhão no pavimento:

Figura 39 - Desagregação no pavimento.



Fonte: Próprio autor.

Como solução, é necessário realizar a fresagem da camada de revestimento betuminoso, ou seja, a retirada do material que apresenta desagregação, para posterior aplicação de uma nova camada de revestimento.

Quanto à funcionalidade do pavimento, as patologias encontradas no Levantamento Visual Contínuo não comprometem substancialmente as vias de modo que não atenda ao usuário, como mostram os índices de ICPF, IGGE e IES mostrados no Quadro Resumo do LVC, conforme é estabelecido em Norma.

8. CONCLUSÃO

A Quadra ASR-SE 25 tem grande potencial de desenvolvimento econômico e, visto a importância da região para a cidade, o presente trabalho permitiu a identificação e caracterização de patologias presentes no pavimento, através do método Levantamento Visual Contínuo, preconizado pelo DNIT na Norma 008/2003 - PRO.

O levantamento apontou, por meio de fotos e o preenchimento dos formulários, anexos a esse trabalho, patologias comumente encontradas em pavimentos: o remendo e a desagregação. A fim de se obter um diagnóstico correto das causas dessas patologias foram realizadas várias análises com os dados da obra, que foram obtidos junto a Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos de Palmas.

Pelos dados obtidos da obra e as análises feitas dos Projetos, Memorial Descritivo e Controle Tecnológico, identificou-se deficiências ainda na fase da concepção dos Projetos da Quadra, ausência de um bom planejamento considerando o período chuvoso da cidade e o não cumprimento do tempo de cura recomendado para a liberação do tráfego das vias.

Com os resultados do Levantamento Visual Contínuo, pode-se afirmar que as patologias encontradas até a data do presente estudo não impactam a funcionalidade do pavimento, pois os Índices indicaram um estado de superfície ótimo.

Como o estudo trata de um pavimento novo, foram propostas intervenções a serem tomadas pela empresa de execução responsável, a fim de corrigir as patologias existentes e evitar danos maiores no futuro. Assim, promover melhorias ao desempenho do conjunto de infraestrutura construída para atender aos usuários da Quadra ASR-SE 25.

O estudo serve como base para trabalhos futuros com o objetivo de realizar uma análise aprofundada em relação as causas das patologias, com realização de ensaios e posterior confrontação com o controle tecnológico existente.

9. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

- Investigação aprofundada da causa das patologias nas Ruas da Quadra ASR-SE 25, que possuem uma pavimentação nova, com a realização de ensaios dos materiais do revestimento e das demais camadas do pavimento.
- Realização de um estudo de tráfego para a Cidade de Palmas, a fim de obter parâmetros de instrução para Projetos de Pavimentação.

10. REFERÊNCIAS

BALBO, J. T. Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B., MOTTA, L. G., CERATTI, J. P., & SOARES, J. B. Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobras, ABEDA, 2010.

CÂMARA MUNICIPAL DE PALMAS. Lei nº 386, de 17 de fevereiro de 1991 – Do Zoneamento Urbano. Disponível em: <https://cm-palmas.jusbrasil.com.br/legislacao/255782/lei-386-91#art-16>. Acesso em: 29 de Outubro de 2020.

CATERPILLAR. Compactadores. Brasil: 2020. Disponível em: https://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment/compactors/pneumatic-rollers/1000024740.html. Acesso em: 29 de Outubro de 2020.

CNT. Pesquisa CNT de Rodovias 2019. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/gerencial.pdf>. Acesso em: 04 de Novembro de 2020.

DER/PR – Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná. Norma 36/17: Tratamentos Superficiais – ligantes convencionais e modificados. Paraná, 2017.

DIFERENCIAL CONSTRUTORA. Tratamentos Superficiais Simples (TSS), Duplo (TSD) e Triplo (TST). Disponível em: <https://www.construtoradiferencial.com.br/site/tratamentos-superficiais-simples-tss-duplo-tsd-e-triplo-tst/>. Acesso em: 27 de Outubro de 2020.

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Norma Rodoviária – Especificação de Serviço 306/97. Rio de Janeiro, 1997.

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Norma Rodoviária – Especificação de Serviço 392/99. Rio de Janeiro, 1999.

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

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. Norma 008/2003 – PRO: Levantamento visual contínuo – Terminologia. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. Norma 031/2004 – ES: Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 2004.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. Norma 309/97 – ES: Tratamento superficial duplo – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 1997.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. Manual de Conservação Rodoviária. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. Manual de Pavimentação. 3 ed. Rio de Janeiro, 2006.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006.

INOVA CIVIL. As Patologias mais Comuns nas Estradas. Disponível em: <https://www.inovacivil.com.br/as-patologias-mais-comuns-nas-estradas/>. Acesso em: 27 de Outubro de 2020.

ODA, S. Análise da viabilidade técnica da utilização do ligante asfalto-borracha em obras de pavimentação. São Carlos, 2000. Dissertação (Mestrado em

Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos. Acesso em: 10 de Outubro de 2020.

PREFEITURA DE PALMAS. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e de Habitação – Quadras e Loteamentos. Disponível em: https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1bRpelj5Pxv__ipyQiYQ0QIY-xYg&ll=-10.192972260869563%2C-48.30586186956522&z=16. Acesso em: 29 de Outubro de 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO GRANDE. Manual de Manutenção de Pavimentos. Campo Grande: UFMS, 2019.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Instrução de Projeto IP 02/2004: Classificação das Vias. São Paulo, 2004.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Instrução de Projeto IP 04/2004: Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para tráfego leve e médio. São Paulo, 2004.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Instrução de Projeto IP 05/2004: Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para tráfego meio pesado, pesado, muito pesado e faixa exclusiva de ônibus. São Paulo, 2004.

REIS, N. F. Análise Estrutural de Pavimentos Rodoviários: aplicação a um pavimento reforçado com malha de aço. Lisboa, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Técnica de Lisboa. Acesso em: 04 de Novembro de 2020.

SENÇO, W. d. Manual de Técnicas de Pavimentação. Vol 1. 2 ed. São Paulo: PINI, 2007.

SILVA, P. F. A. Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos. 2 ed. São Paulo: PINI, 2008.

SINDETRANS. Conheça os 13 principais defeitos do pavimento das rodovias. Disponível em: <https://www.sindetransrp.com/noticias/conheca-os-13-principais-defeitos-do-pavimento-das/>. Acesso em: 03 de Novembro de 2020.

TEIXEIRA, L. H. SINICESP - Tratamento Superficial. Disponível em: <http://sinicesp.org.br/materias/2012/bt12a.htm>. Acesso em: 27 de Outubro de 2020.

VOGELSANGER. A importância da pavimentação para a infraestrutura urbana. Disponível em: <https://britagemvogelsanger.com.br/blog/a-importancia-da-pavimentacao-para-a-infraestrutura-urbana/>. Acesso em: 04 de Novembro de 2020.

ANEXO 01 – QUADRO RESUMO DOS DEFEITOS

Quadro resumo dos defeitos – codificação e classificação

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3

OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O
Escorregamento (do revestimento betuminoso)				E
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D
"Painelas" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P
Remendos			Remendo Superficial	RS
			Remendo Profundo	RP

ANEXO 02 – FORMULÁRIO LVC

Anexo B (normativo)

Formulário para o levantamento visual contínuo

MT	LVC - QUADRA ASR-SE 25															Folha 01 de 01					
DNIT																					
Código PNV	Ext. PNV 4,0 Ext. EXEC 3,6 UNIT Km Nº PISTA/LADO - MÊS/ANO 01/21																				
Trecho do PNV	Largura da Pista: 13 Largura do Acostamento: -																				
	Início Rua SR-11 lado direito MR Nº - Fim Rua SR-02 lado esquerdo VMD - MR Nº -																				
SEGMENTO			FREQÜÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, ou S)										I			INF.COMPLEMENTARES			OBSERVAÇÕES		
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext Km	P	TRINCAS			R	DEFOR- MAÇÕES			OUTROS DEFEITOS			C P F	REV	ESP	IDADE			
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	ORIG				REST			
01	0		0,5					2							3	TSD	2,5	NOVO	-		
01	0,5		0,4												1	5	TSD	2,5	NOVO	-	* desagregação
02	0,9		0,48												5	TSD	2,5	NOVO	-		
02	1,38		0,46					2							3	TSD	2,5	NOVO	-		
03	1,84		0,44					1							5	TSD	2,5	NOVO	-		
03	2,28		0,48												5	TSD	2,5	NOVO	-		
04	2,36		0,44												5	CBUQ	5,0	NOVO	-		
04	3,2		0,44												5	CBUQ	5,0	NOVO	-		
P – Panela		AF – Afundamento		D – Desgaste do Pavimento		REST – Idade da última restauração		Avaliadores													
TR – Trinca Isolada		O – Ondulações		EX – Exsudação		REV – Tipo de Revestimento															
TJ – Trinca Couro de Jacaré		E – Escorregamento do revestimento betuminoso		R – Remendo		ESP – Espessura do Revestimento															
TB – Trinca em Bloco		ICPF – Índice de Condições		MR – Marco Rodoviário		ORIG – Idade do Pav. Original															

/Anexo C

ANEXO 03 – QUADRO RESUMO

Anexo D (normativo)

Quadro resumo

MT DNIT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS								Folha <u>01</u>
	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO								de <u>01</u>
Código PNV _____		Ext. PNV <u>3,6</u>		UNIT <u>KmV</u>	Nº PISTA/LADO <u>-</u>		MÊS/ANO <u>01/21</u>		
		Início <u>Rua SR-11, LD</u>						MR Nº <u>-</u>	
Trecho do PNV		Fim <u>Rua SR-02, LG</u>		VMD <u>-</u>				MR Nº <u>-</u>	
Nº do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS					
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES			OBSERVAÇÕES
						Valor	Cód.	Conceito	
01	0,0	0,9	0,9	4	2,0	0	A	ÓTIMO	-
02	0,9	1,84	0,94	4	1,4	0,	A	ÓTIMO	-
03	1,84	2,76	0,92	5	0,70	0	A	ÓTIMO	-
04	2,76	3,64	0,88	5	0	0	A	ÓTIMO	-

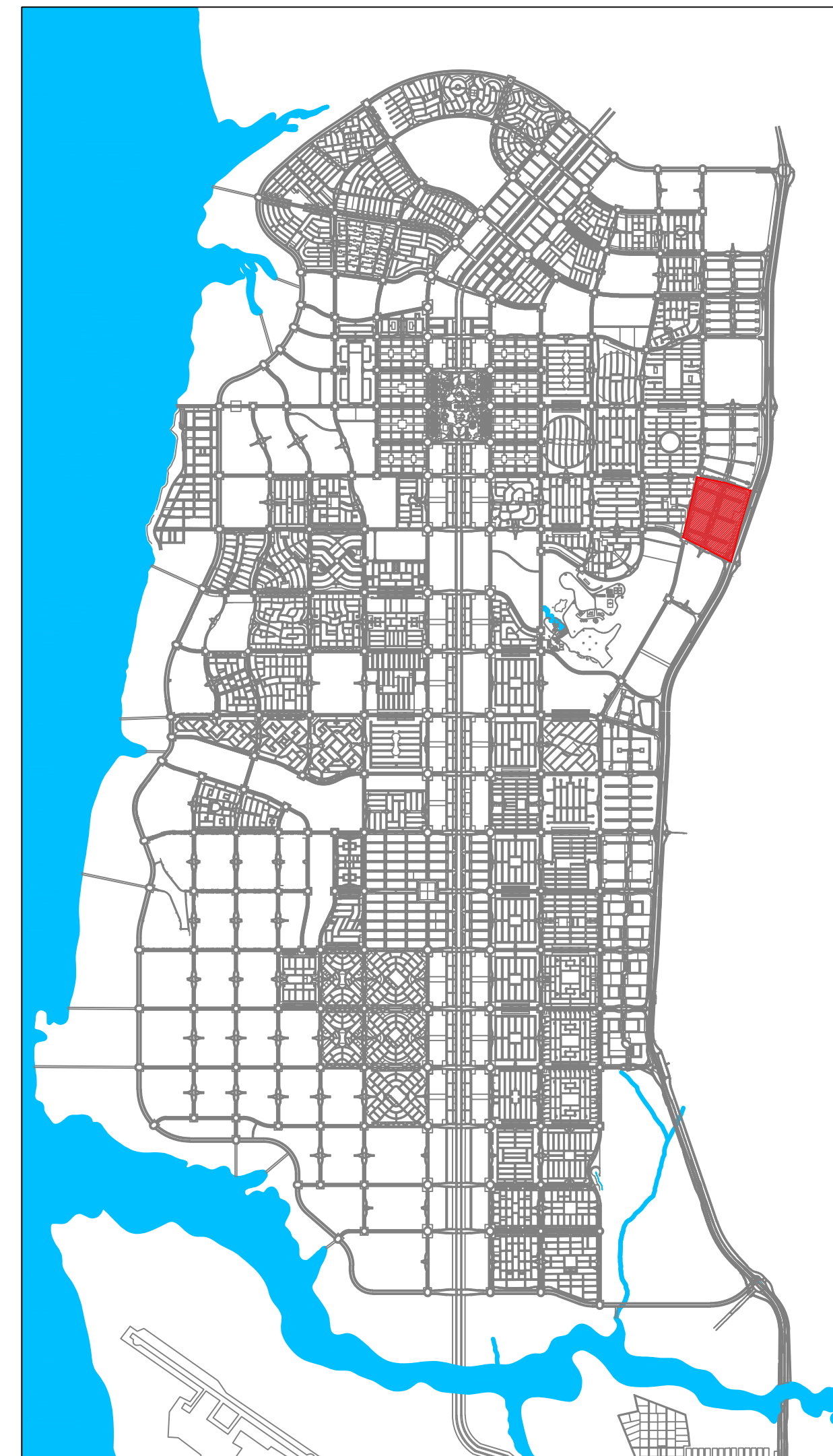
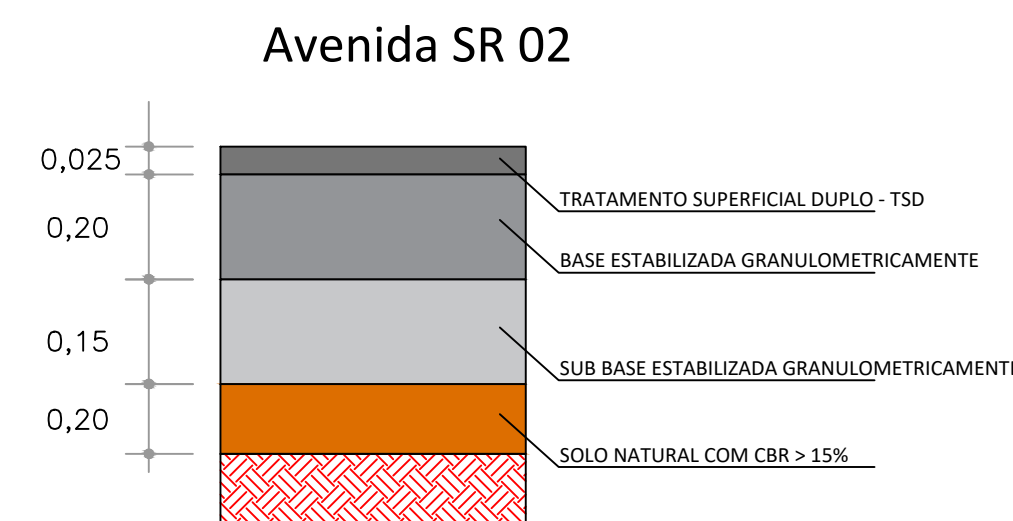
ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis

IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito

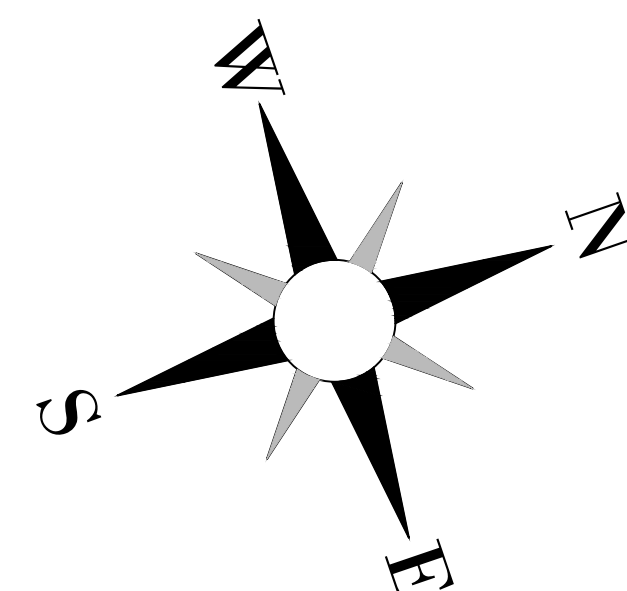
IES - Índice do Estado da Superfície

,

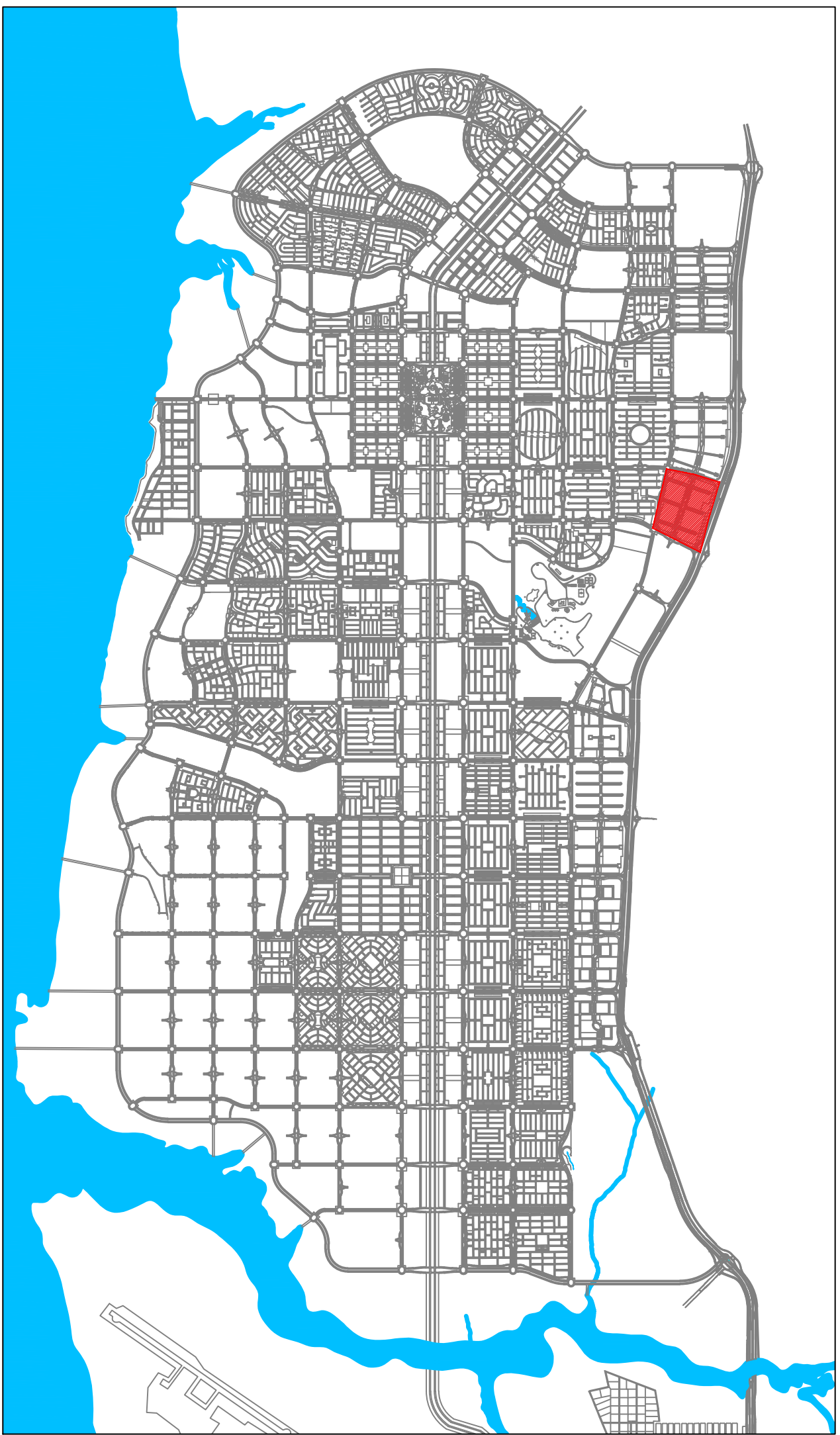
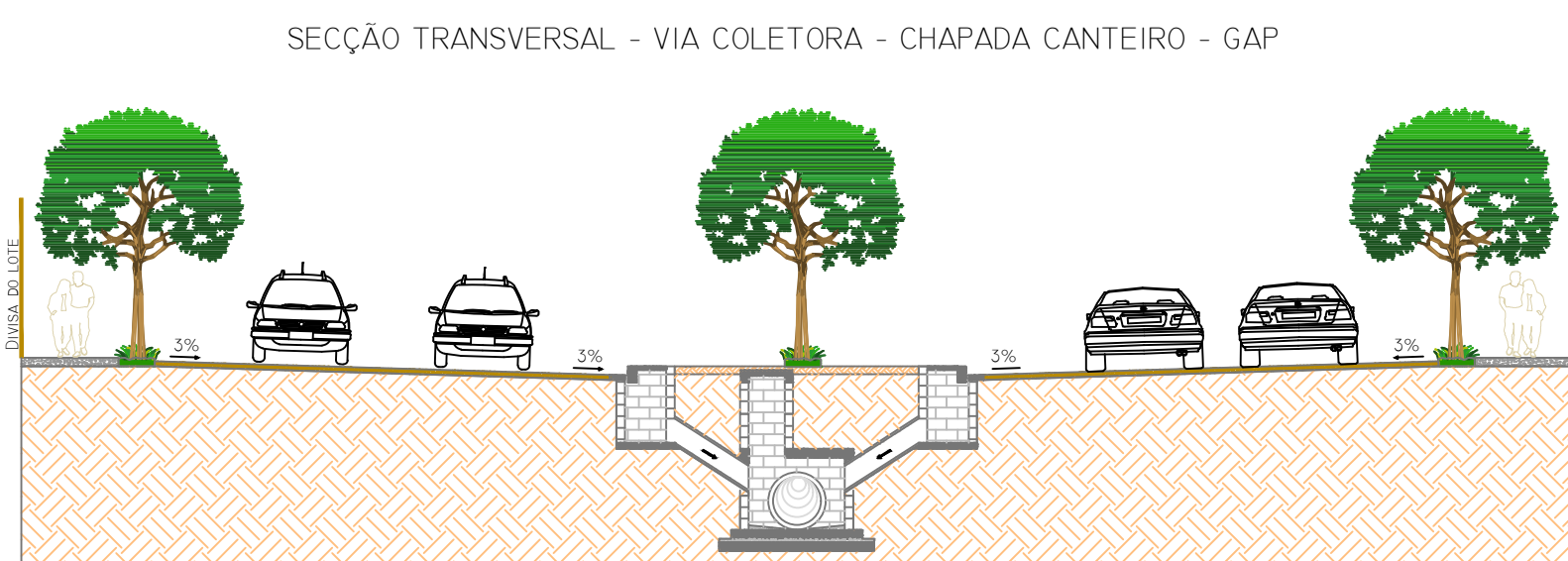
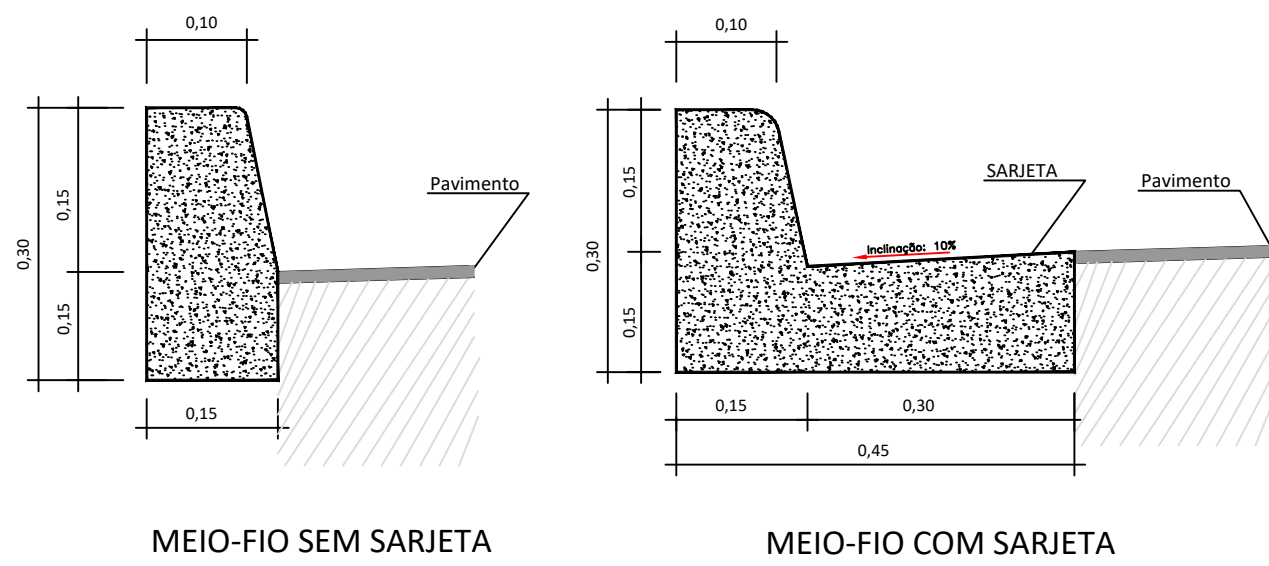
_____/Índice geral



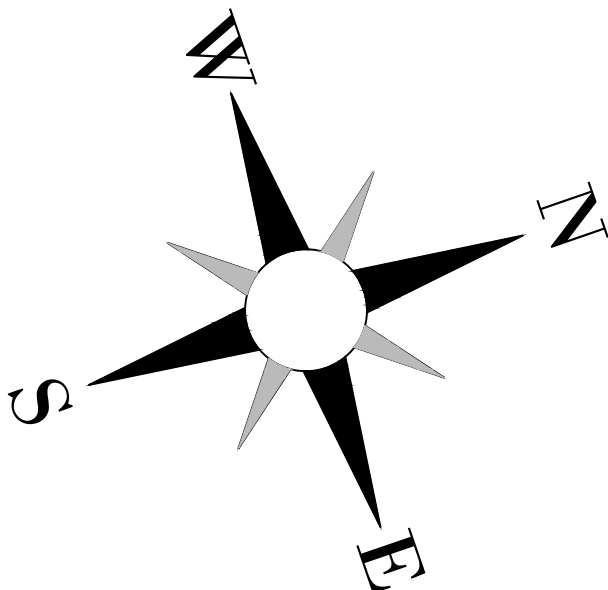
Local a ser Pavimentado



PALMAS - TO			
QUADRA 212 SUL			
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO			
RESUMO DO QUADRO DE ÁREAS			FOLHA
DISCRICÃO	QUANTIDADE	ÁREA	PERCENTUAL
*	*	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*
DATA		AUTOR DESENHO:	
MAIO DE 2018		JOSIAS BORGES FONE: (63) 9955-3395	
CONTEÚDO		APROVAÇÃO	
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO		PLANTA DE DETALHAMENTO	
CURVA DE NÍVEL		DETALHAMENTO PISO F.O. E SARETA	
PROPRIETÁRIO(A):			
PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS			
AUTOR PROJETO:		RT: MARCELO MENDES BORGES	
RT: JOSIAS ASCHEER BORGES ENG. CIVIL - CREA: 205.093 - D/TO		RT: MARCELO MENDES BORGES ENG. CIVIL - CREA: 205.944 - D/TO	
MENDES & BORGES ENGENHARIA LTDA-PE ENG. CIVIL E TCC. DO SUPERINTENDENTE JOSIAS BORGES CREA: 205.093 D/TO CNPJ: 17.342.273/0001-17 (63) 9 9955-3395 / JOSIAS@MENDESBOORGES.COM (63) 9 9953-1015 / MARCELO@MENDESBOORGES.COM			



Planta de Localização



Palmas - TO

QUADRA 212 SUL

PROJETO DE DRENAGEM

RESUMO DO QUADRO DE ÁREAS				Folha
DISCRICÃO	QUANTIDADE	ÁREA	PERCENTUAL	
-	-	-	-	01/02
-	-	-	-	
-	-	-	-	
-	-	-	-	
-	-	-	-	
-	-	-	-	
-	-	-	-	
-	-	-	-	

DATA: MAIO DE 2018

CONTEÚDO: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO, PLANTA DE ESTABELECIMENTO, CURVAS DE NÍVEL, DETALHAMENTO PISO-FIO E SARIETA

AUTOR DESENHO: JOSIAS BORGES, FUNG: 1631 9955-3395

APROVAÇÃO:

PROPRIETÁRIO(A): PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS

AUTOR PROJETO: RT: JOSIAS ASCHEVER BORGES, ENR: CIVIL - CREA: 205.093 - D TO, RT: MARCELO MENDES BORGES, ENR: CIVIL - CREA: 205.093 - D TO

MENDES B BORGES ENGENHARIA LTDA ME, ENR: CIVIL E TEC: ENR AGROPECUÁRIA, JOSIAS ASCHEVER BORGES, CREA: 205.093 D/TO, CNPJ: 17.342.273/0001-17, (65) 9 9955-3395 / JOSIAS@MENDESBOORGES.COM, (65) 9 9955-1015 / MARCELO@MENDESBOORGES.COM

MB

AO: 1300 X 841

