



**FACULDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS PORTO - FAPAC
INSTITUTO TOCANTINENSE ANTONIO CARLOS PORTO LTDA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

MATHEUS LUCAS BRITO GOMES

**RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS - ESTUDO DE
CASO: ESTACIONAMENTO ITPAC - PORTO NACIONAL**

**PORTO NACIONAL-TO
2018**

MATHEUS LUCAS BRITO GOMES

**RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS - ESTUDO DE
CASO: ESTACIONAMENTO ITPAC - PORTO NACIONAL**

Projeto de Pesquisa apresentado ao ITPAC PORTO (Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos – ITPAC Porto Nacional) como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Flávio Vieira

**PORTO NACIONAL-TO
2018**

MATHEUS LUCAS BRITO GOMES

**RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS - ESTUDO DE CASO:
ESTACIONAMENTO ITPAC - PORTO NACIONAL**

Projeto de Pesquisa apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia Civil, do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos, como requisito parcial de para o título de bacharel em Engenharia Civil.

Projeto de pesquisa defendido em ____/____/____ () APROVADO () REPROVADO
Pela banca examinadora constituída pelos professores:

Orientador: Prof. Me. Flávio Vieira

Professor: Wagner Lopes

Professor: Me. Taís Gomes

**PORTO NACIONAL-TO
2018**

RESUMO

O pavimento flexível tem a função de oferecer uma boa superfície de rolamento aos usuários, permitindo a circulação de veículos em condições de conforto, segurança e economia. O presente trabalho refere-se ao estudo das características e propriedades do pavimento flexível do estacionamento do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos/ FAPAC de Porto Nacional - TO. Serão analisadas as principais características funcionais e estruturais do pavimento flexível do estacionamento, assim como serão estudadas as principais patologias do pavimento, utilizando técnicas de recuperação de pavimentos flexíveis, baseada na tabela SICRO, para propor soluções técnicas financeiras adequadas ao local de estudo.

Palavras-chave: Pavimento flexível. Patologia. Recuperação de pavimentos.

ABSTRACT

The flexible floor has the function of offering a good surface of rolling to the users, allowing the circulation of vehicles in conditions of comfort, security and economy. The present work refers to the study of the characteristics and properties of the flexible parking floor of the Tocantinense Institute President Antônio Carlos / FAPAC of Porto Nacional - TO. The main functional and structural characteristics of the flexible parking pavement will be analyzed, as well as the main pathologies of the pavement will be studied, using flexible pavement recovery techniques, based on the SICRO table, to propose technical technical solutions suitable to the place of study.

Keywords: Flexible flooring. Pathology. Recovery of pavements.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 —	Pavimentação de uma via.	13
Figura 2 —	Recuperação e reforço de um pavimento flexível.	14
Figura 3 —	Camadas de um pavimento flexível.	15
Quadro 1 —	Constituições nos pavimentos asfálticos.	16
Figura 4 —	Trinca Isolada - Transversal	18
Figura 5 —	Trinca Isolada - Longitudinal	19
Figura 6 —	"Couro de Jacaré"	20
Figura 7 —	Trinca "Bloco"	20
Figura 8 —	Afundamento Plástico	21
Figura 9 —	Afundamento de Consolidação	22
Figura 10 —	Ondulações e Corrugações.	22
Figura 11 —	Escorregamento	23
Figura 12 —	Exsudação.	23
Figura 13 —	Desgaste	24
Figura 14 —	Panela ou Buraco	25
Figura 15 —	Codificação e classificação	28
Figura 16 —	Representação esquemática.	29
Figura 17 —	Estacionamento.	30
Figura 18 —	Estacionamento ITPAC Porto	31
Figura 19 —	Paneles ou buracos.	32
Tabela 1 —	Níveis de serventia	33
Figura 20 —	Equação.	33
Figura 21 —	Ficha de avaliação.	34
Quadro 2 —	Cronograma do projeto de pesquisa.	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
CAP	Cimentos Asfálticos de Petróleo
CNT	Confederação Nacional de Transportes
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de infraestrutura de Transportes
CNT	Confederação Nacional de Transportes
EAP	Emulsões Asfálticas de Petróleo
SICRO	Sistema de Custos Referencias de Obras

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	OBJETIVO GERAL.....	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1	PAVIMENTAÇÃO	12
3.2	TIPOS DE PAVIMENTAÇÃO.....	13
3.2.1	Pavimentos Flexíveis ou Asfálticos.....	13
3.2.1.1	Subleito.....	15
3.2.1.2	Sub-base	15
3.2.1.3	Base	15
3.3	PRINCIPAIS MATERIAIS BETUMINOSOS	16
3.3.1	Cimentos Asfálticos de Petróleo (CAP)	16
3.3.2	Emulsões Asfálticas de Petróleo (EAP)	16
3.4	DEFEITO.....	17
3.4.1	Fenda.....	17
3.4.2	Fissura.....	17
3.4.3	Trinca.....	17
3.4.3.1	Trinca isolada.....	18
3.4.3.2	Trinca interligada	19
3.4.3.3	Afundamento.....	20
3.4.3.3.1	<i>Afundamento plástico.....</i>	20
3.4.3.3.2	<i>Afundamento de consolidação.....</i>	21
3.4.3.4	Ondulação e Corrugação	22
3.4.3.5	Escorregamento.	23
3.4.3.6	Exsudação	23
3.4.3.7	Desgaste.....	23
3.4.3.8	Panela ou Buraco	24
3.4.4	Remendo.	25
3.4.4.1	Remendo profundo	25
3.4.4.2	Remendo superficial	25
3.4.5	Reforço estrutural	26
3.4.6	Reconstrução	26
3.5	CODIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO	27
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
4.1	DIAGNÓSTICO DE DEFEITO.....	32

4.2	RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL	35
4.2.1	Camada de Reforço Estrutural	35
4.2.2	Fresagem	35
4.2.3	Reciclagem	35
4.2.4	Remendo Superficial	36
4.2.5	Remendo Profundo	36
4.2.6	Tapa-Buraco	36
4.3	SICRO.	36
5	CRONOGRAMA	37
6	RESULTADOS ESPERADOS	38
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 INTRODUÇÃO

As patologias em pavimentos asfálticos podem surgir por causa de um projeto deficiente, pela técnica de construção inadequada ou ainda pela falta de manutenção. A melhor forma de prevenir o aparecimento dos defeitos é observar a qualidade nos três pilares: um bom projeto, uma execução técnica de qualidade e a periódica manutenção preventiva e corretiva (MOTA, 2017).

Os erros de projeto decorrem de diferentes fatores, muitos comumente relacionados à dificuldade de prever o tráfego real que atuará no período de projeto ou problemas no dimensionamento estrutural, tais como: a incompatibilidade estrutural entre as camadas, gerando fadiga precoce dos revestimentos, falhas no sistema de drenagem ou até um subdimensionamento estrutural do projeto em relação à capacidade de suporte dos materiais (MOTA, 2017).

Levantamentos realizados pela Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2016) mostram que o estado geral das rodovias públicas federais melhorou 24,0 pontos percentuais, passando de 18,7% com classificação ótima ou boa, em 2004, para 42,7%, em 2016. Apesar da evolução da qualidade, 57,3% das rodovias públicas avaliadas ainda apresentam condição inadequada ao tráfego. São muitas as causas desta insatisfação dos usuários do sistema rodoviário brasileiro, mas a principal é a falta de manutenção das vias. As soluções existem, só falta colocá-las em prática.

Os defeitos podem ser classificados como: estruturais e funcionais. Os estruturais estão associados à diminuição da capacidade do pavimento de suportar cargas, em perder sua integridade estrutural. Os funcionais estão relacionados às condições de segurança e trafegabilidade do pavimento em termos de rolamento como afirma o (DNIT, 2006).

Atualmente, a pesquisa sobre misturas asfálticas tem um completo engajamento da Petrobrás, que vem financiando maciçamente os centros de pesquisas brasileiros, contribuindo para a formação de uma equipe técnica qualificada, bem como garantindo a melhoria da qualidade das misturas asfálticas empregadas no país.

Serão apresentadas soluções para o tipo de pavimento estudado, desenvolvendo práticas para que a adequação dos próximos for de modo prático e adequado para as solicitações impostas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa é propor estratégias de manutenção, conservação e restauração, para os pavimentos do estacionamento do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos, em Porto Nacional, Tocantins.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar as patologias existentes no pavimento pelo método do DNIT 005/2003;
- Realizar caracterização física e mecânica das camadas constituintes do pavimento atual;
- Desenvolver o projeto de restauração do pavimento a partir da análise inicial;
- Verificar a viabilidade técnica financeira da restauração do pavimento, utilizando o sistema SICRO para orçamento de pavimentação asfáltica.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PAVIMENTAÇÃO

Pavimentar, segundo Balbo (2007), é a atividade de construção de estrutura que visa primordialmente à melhoria operacional para o tráfego, independente de sua natureza, na medida em que é criada uma superfície mais regular e mais aderente, características que permitem, respectivamente, maior conforto no deslocamento e mais segurança em condições de pista úmida ou molhada.

No Brasil, a pavimentação é domínio de conhecimento técnico com significativa defasagem de emprego em relação aos países desenvolvidos. Apenas na década de 1950, deu-se início a um vasto plano de pavimentação, inovador no Brasil, introduzindo a utilização da estabilização de solos com cimento e da estabilização granulométrica de materiais de construção viária, bem como o aproveitamento de solos granulares em pavimentos. No final desta década, um fato de significativa importância foi a criação de uma comissão técnica especial dentro do âmbito do extinto DNER, que possibilitou o avanço das práticas e pesquisas tecnológicas concernentes à pavimentação de rodovias (Balbo, 2007).

Atualmente, a pesquisa sobre misturas asfálticas tem um completo engajamento da Petrobrás, que vem financiando maciçamente os centros de pesquisas brasileiros, contribuindo para a formação de uma equipe técnica qualificada, bem como garantindo a melhoria da qualidade das misturas asfálticas empregadas no país.

Figura 1 - Pavimentação de uma via



Fonte: Infraestrutura Urbana (2011).

3.2 TIPOS DE PAVIMENTAÇÃO.

Podem-se classificar os pavimentos em três tipos, Rígidos, Semirrígidos e Flexíveis. Mais recentemente há uma tendência de usar-se a nomenclatura pavimentos de concreto de cimento Portland (ou simplesmente concreto cimento) e pavimentos asfálticos, respectivamente, para indicar o tipo de revestimento do pavimento.

3.2.1 Pavimentos Flexíveis ou Asfálticos

O asfalto é um material de cor escura e consistência sólida ou semissólida, composto de asfaltenos, resinas e hidrocarbonetos pesados, onde os constituintes predominantes são os betumes, que agem como elemento aglutinador. É obtido em estado natural ou por diferentes processos físicos ou químicos, com seus derivados de consistência variável e poder aglutinante e impermeabilizante (ANP, 2018).

O asfalto é um dos mais antigos e versáteis materiais de construção utilizados pelo homem. O uso em pavimentação é um dos mais importantes e, na maioria dos países do mundo, a pavimentação asfáltica é a principal forma de revestimento. Há várias razões para o uso intensivo do asfalto em pavimentação, sendo as principais: proporciona forte união dos agregados agindo como um ligante que permite flexibilidade controlável; é impermeabilizante, é durável e resiste à ação da maioria dos ácidos, dos álcalis e dos sais, podendo ser utilizado aquecido ou emulsionado, em amplas combinações de esqueleto mineral, com ou sem aditivos (Bernucci et. al., 2007).

Os pavimentos flexíveis são compostos por várias camadas que devem trabalhar em conjunto, cada uma delas absorvendo parte das solicitações impostas e transmitindo o restante às camadas localizadas em níveis inferiores. Na figura 2 apresenta uma recuperação e reforço de um pavimento flexível.

Figura 2 - Recuperação e reforço de um pavimento flexível



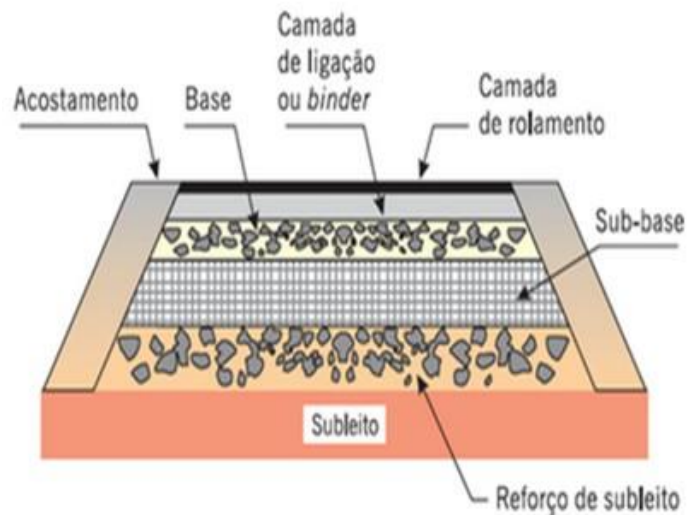
Fonte: Infraestrutura Urbana (2014).

O revestimento consiste de mistura de material betuminoso e agregado. Suas principais funções são as de impermeabilizar a base contra a penetração das águas da superfície, protegê-la do desgaste ocasionado pelo tráfego e distribuir as cargas (Horonjeff, 1966).

Segundo Bernucci et. al (2006) os pavimentos flexíveis são formados por quatro camadas: revestimento asfáltico, base, sub base e reforço do subleito, onde o revestimento é composto basicamente de agregados e ligantes asfálticos,

responsável por resistir diretamente ao tráfego e repassar os esforços para as camadas seguintes.

Figura 3 - Camadas de um pavimento flexível



Fonte: Bernucci et. al (2006)

3.2.1.1 Subleito

Camada irregular sobre o subleito. Corrige falhas da camada final de terraplenagem ou de um leito antigo de estrada de terra.

3.2.1.2 Sub-base

Entre o subleito (ou camada de reforço deste) e a camada de base. Material deve ter boa capacidade de suporte. Previne o bombeamento do solo do subleito para a camada de base.

3.2.1.3 Base

Abaixo do revestimento, fornecendo suporte estrutural. Sua rigidez alivia as tensões no revestimento e distribui as tensões nas camadas inferiores.

A base, situada imediatamente abaixo do revestimento, pode consistir de

pedra britada, com tratamento ou não, ou de materiais granulares misturados com ligantes tais como asfalto ou cimento Portland. A função da base, camada estruturalmente mais importante conforme Horonjeff (1966) é a de resistir a elevadas tensões de cisalhamento determinadas na superfície pelas cargas concentradas e ainda a de distribuir essas cargas às camadas subjacentes do pavimento ou do subleito.

Nos pavimentos asfálticos, a camada de base é de grande importância estrutural. As bases podem apresentar uma das seguintes diversas constituições:

Quadro 1 - Constituições nos pavimentos asfálticos

Granular	Coesiva
☐ Sem Aditivo ☐ Solo; solo-brita; Brita graduada.	☐ Com ligante ativo ☐ Solo-cimento; Solo cal; Concreto rolado.
☐ Com Aditivo ☐ Solo melhorado com cimento; Solo melhorado com cal.	☐ Com ligante asfáltico ☐ Solo-asfalto; Macadame asfáltico; Mistura asfáltica.

3.3 PRINCIPAIS MATERIAIS BETUMINOSOS

3.3.1 Cimentos Asfálticos de Petróleo (CAP)

A obtenção de asfalto é realizada através da destilação de tipos específicos de petróleo, na qual as frações leves (gasolina, diesel e querosene) são retiradas no refino. O produto resultante deste processo passa a ser chamado de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP). São semissólidos à temperatura ambiente, necessitando de aquecimento para adquirir consistência adequada para utilização.

Os CAP's são constituídos por 90 a 95% de hidrocarbonetos e por 5 a 10% de heteroátomos (oxigênio, enxofre, nitrogênio e metais – vanádio, níquel, ferro, magnésio e cálcio) unidos por ligações covalentes.

3.3.2 Emulsões Asfálticas de Petróleo (EAP)

Para que o CAP possa recobrir convenientemente os agregados é necessária uma viscosidade tal que só será atingida por aquecimento do ligante e do agregado a temperaturas previamente escolhidas para cada tipo de ligante. Para

evitar o aquecimento do CAP a fim de se obter a viscosidade de trabalho nos serviços de pavimentação é possível emulsionar o asfalto.

Nas misturas asfálticas a frio, a Emulsão Asfáltica faz o papel de ligante asfáltico, onde as esferas de CAP são separadas da água pela ação de quebra da emulsão. Essa separação é conhecida no meio rodoviário como ruptura da emulsão asfáltica. A ruptura nada mais é do que a quebra da estabilidade química do sistema CAP emulsificante-água. Esta quebra se dá devido à ação de neutralização das cargas elétricas que mantêm o sistema. Essa neutralização das cargas é propiciada pelo contato da Emulsão com os materiais pétreos que compõem o serviço que a Emulsão se propõe a realizar. Durante a ruptura ocorre a deposição das esferas de asfaltos sobre a superfície pétreo que se pretende recobrir ou “ligar”.

3.4 DEFEITO

Bernucci et. al (2006) afirmam que as degradações e danos vistos a olho nu são defeitos de superfície. Os levantamentos desses defeitos servem para avaliar o pavimento em relação ao estado de conservação para diagnosticar as possíveis causas e, se caso demandar, indicar as melhores formas de restauração.

Segundo a Norma do DNIT (2003), os termos técnicos empregados a seguir, servem para padronizar a linguagem adotada para elaborar normas, manuais, projetos e textos relacionados a defeitos que ocorrem em pavimentos flexíveis e semirrígidos. São eles:

3.4.1 Fenda

É a descontinuidade na superfície do pavimento, acarretando em aberturas, fissuras e trincas menores ou maiores.

3.4.2 Fissura

Fenda existente no pavimento, com largura capilar, com posição longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, que pode ser percebida até uma distância de 1,50 m.

3.4.3 Trinca

Fenda existente no pavimento, com abertura superior o da fissura, com fácil visualização, divididas em trinca isolada ou trinca interligada.

3.4.3.1 Trinca isolada

a. Trinca Transversal

Apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Será denominada trinca transversal curta quando a extensão for de até 100 cm, quando for superior a essa medida, denomina-se trinca transversal longa.

Figura 4 - Trinca Isolada - Transversal



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

b. Trinca Longitudinal

Apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Será trinca longitudinal curta quando o comprimento for de até 100 cm e longa se for superior a 100 cm.

Figura 5 - Trinca Isolada - longitudinal



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003).

c. Trinca de Retração

Retração térmica do revestimento ou da base rígida ou semi-rígida.

3.4.3.2 Trinca interligada

a. Trinca tipo “Couro de Jacaré”

Conjunto de trincas interligado parecendo o couro de jacaré, podendo apresentar nas bordas erosão acentuada.

Figura 6 - "Couro de Jacaré"



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

b. Trinca tipo "Bloco"

Conjunto de trincas interligados parecendo blocos bem definidos, podendo apresentar nas bordas erosão acentuada.

Figura 7 - Trinca "Bloco"



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

3.4.3.3 Afundamento

Uma deformação na superfície do pavimento, acompanhada ou não de um soerguimento. Pode ser afundamento plástico ou de consolidação.

3.4.3.3.1 Afundamento plástico

Causado pela plasticidade das camadas do pavimento. Quando o afundamento for de até 6 m de extensão, será denominado afundamento plástico local e se passar de 6 m e estiver na passagem da roda, será denominado

afundamento plástico da trilha de roda.

Figura 8 - Afundamento Plástico

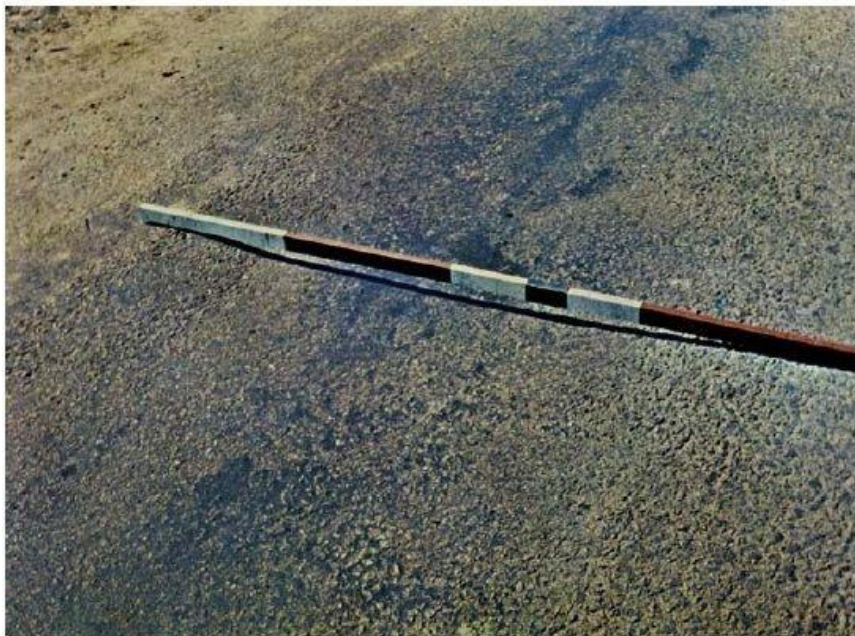


Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

3.4.3.3.2 Afundamento de consolidação

Consolidação de uma ou mais camadas do pavimento sem a presença de levantamento. Quando o afundamento for de até 6 m de extensão, será denominado afundamento de consolidação local e se passar de 6 m e estiver na passagem da roda, será denominado afundamento de consolidação da trilha de roda.

Figura 9 - Afundamento de Consolidação



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

3.4.3.4 Ondulação e Corrugação

Deformações onde apresenta na superfície do pavimento ondulações ou corrugações.

Figura 10 - Ondulações e Corrugações



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

3.4.3.5 Escorregamento

Aparecimento de fendas por causa do deslocamento do revestimento em relação a camada subjacente.

Figura 11 - Escorregamento



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

3.4.3.6 Exsudação

Migração do ligante betuminoso pelo revestimento causando excesso na superfície do pavimento.

Figura 12 - Exsudação



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

3.4.3.7 Desgaste

Esforços do tráfego provocam de forma progressiva, arrancamento dos

agregados do pavimento, deixando com superfície áspera.

Figura 13 - Desgaste



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

3.4.3.8 Panela ou Buraco

Cavidade que se forma no pavimento, podendo alcançar as camadas inferiores, causada por diversos fatores, inclusive por falta de aderência entre as camadas.

Figura 14 - Panela ou Buraco



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

3.4.4 Remendo

Preenchimento da panela com uma ou mais camadas, na operação denominada de “tapa-buraco”.

3.4.4.1 Remendo profundo

Apresenta, usualmente, forma retangular, e há substituição do revestimento e eventualmente de uma ou mais camadas inferiores.

3.4.4.2 Remendo superficial

Correção com a aplicação de camada betuminosa na área afetada do pavimento.

A recuperação superficial segundo o Manual do DNIT (2006) serve para correção de fissuras, desagregação, polimento das asperezas, exsudação, entre outros defeitos. As principais ações para manutenção dessas falhas são:

- a. Misturas asfálticas usinadas: consiste em se promover o recapeamento do revestimento existente com misturas asfálticas.
- b. Lama asfáltica: consistem na aplicação de uma mistura fluida de agregado miúdo, "fíler", emulsão asfáltica e água.
- c. Capa selante: consiste de um banho de ligante asfáltico, seguido da imediata cobertura com agregados finos (tipo areia ou pó de pedra), os quais deverão ser "paleados" e espalhados a rodo de forma uniforme.
- d. Tratamentos superficiais simples ou duplos: são aqueles tradicionalmente

executados com alternância entre banhos de ligante asfáltico e a cobertura de agregados pétreos.

3.4.5 Reforço estrutural

O reforço estrutural de um pavimento deverá ser feito quando as operações corretivas de menor intensidade já não forem suficientes para conter o processo evolutivo de degradação do pavimento. Com o final da vida útil, o pavimento entra num processo acelerado de degradação, o qual realça a necessidade de se promover ações corretivas. Com a situação debilitada e já incompatível capacidade estrutural, é preciso dotar o pavimento de um aporte estrutural capaz de permitir-lhe cumprir suas finalidades de conforto e segurança primárias (MANUAL DNIT, 2006).

3.4.6 Reconstrução

Se o processo de degradação dos pavimentos, imposta à estrutura pelas cargas do tráfego e pelos agentes do intemperismo contínuo, não tiver intervenções periódicas de manutenção, suficientes para capacitá-los a suportar solicitações ulteriores, o colapso total da estrutura será fatal e não será mais suficiente neste instante promover o reforço da estrutura, visto a necessidade de remover as suas camadas que evidenciem elevado grau de degradação (MANUAL DNIT, 2006).

Bernucci et. Al (2006) afirmam que quando não existem problemas estruturais e a restauração é necessária para a correção de defeitos funcionais superficiais, são empregados geralmente os tipos de revestimentos a seguir, podendo ser antecidos ou não por uma remoção de parte do revestimento antigo:

- Lama asfáltica (DNER-ES 314/97) (selagem de trincas e rejuvenescimento);
- Tratamento superficial simples (DNER-ES 308/97) ou duplo (DNER-ES 309/97) (selagem de trincas e restauração da aderência superficial);
- Micro revestimento asfáltico a frio (ABNT NBR 14948, DNIT 035/2005-ES) ou a quente (DNER-ES 388/99) (selagem de trincas e restauração da aderência superficial quando existe condição de ação abrasiva acentuada do tráfego);
- Concreto asfáltico (DNIT 031/2004) (quando o defeito funcional principal é a irregularidade elevada);
- Mistura do tipo camada porosa de atrito (DNER-ES 386/99), SMA ou misturas descontínuas (para melhorar a condição de atrito e o escoamento de água superficial).

Já quando existe comprometimento estrutural do pavimento ou perspectiva de aumento de tráfego, as alternativas de restauração ou reforço compreendem aquelas que restabelecem ou incrementam sua capacidade estrutural por meio da incorporação de novas camadas à estrutura e/ou tratamento de camadas existentes e os tipos de revestimentos geralmente utilizados como são o concreto asfáltico, o SMA, misturas descontínuas e o pré-misturado a quente. Esses tipos de revestimentos são utilizados isoladamente ou combinados (BERNUCCI, 2006).

- concreto asfáltico;
- pré-misturado a quente + concreto asfáltico;
- concreto asfáltico + SMA;
- SMA e outras misturas asfálticas de granulometria descontínua;
- tratamento superficial duplo ou micro revestimento + concreto asfáltico.

Segundo Bernucci et. al (2006) remoção por fresagem é recomendada previamente à execução de camadas de recapeamento, para evitar a propagação de trincas existentes do revestimento antigo nas novas camadas.

3.5 CODIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Na tabela a seguir são apresentadas a classificação das trincas e a codificação adotada para os defeitos (NORMA DNIT OO5/2003).

Figura 15 - Codificação e classificação

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		

NOTA 1: Classe das trincas isoladas

FC-1: são trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,0mm.

FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0mm e sem erosão nas bordas.

FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0mm e com erosão nas bordas.

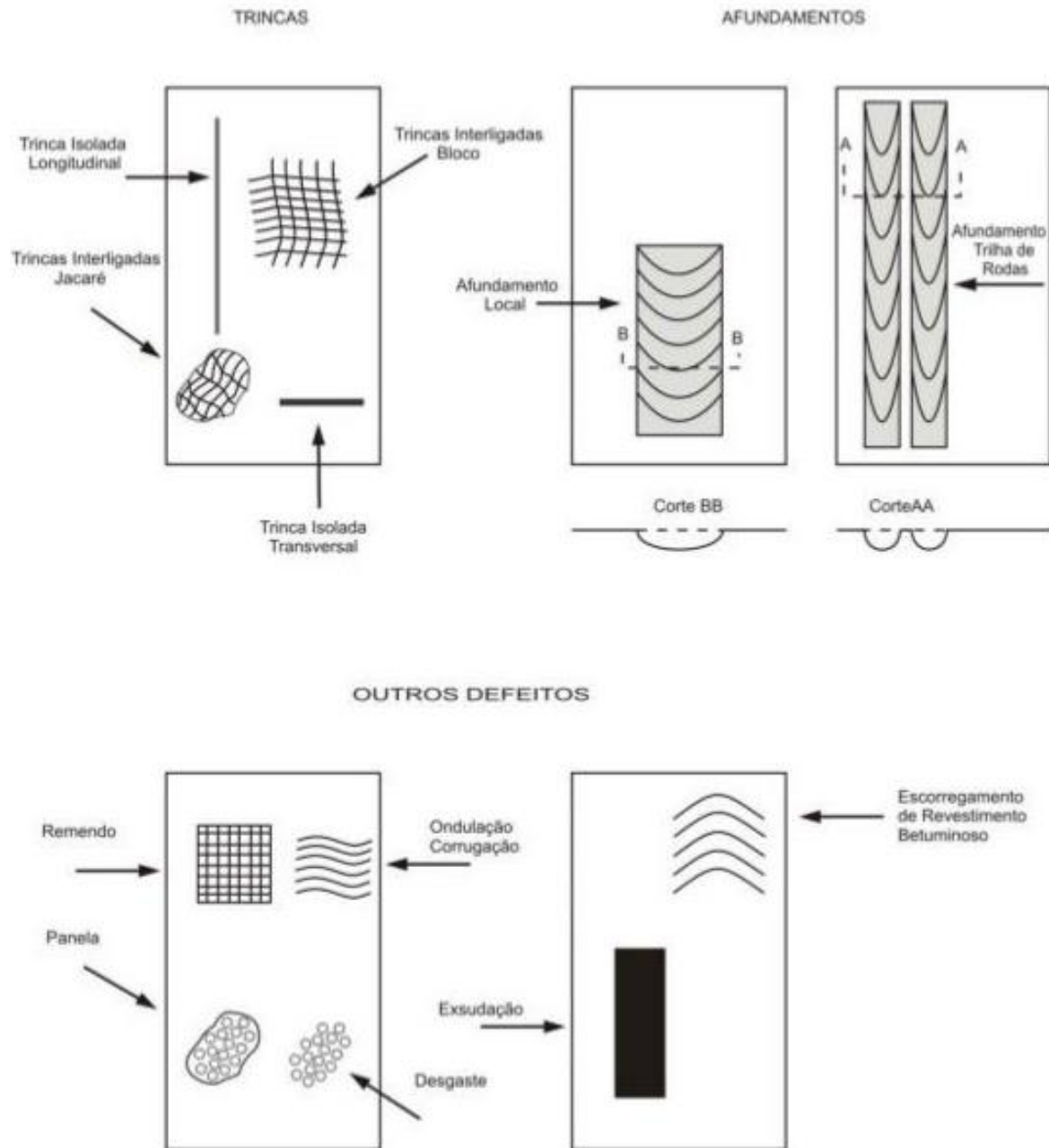
NOTA 2: Classe das trincas interligadas

As trincas interligadas são classificadas como FC-3 e FC-2 caso apresentem ou não erosão nas bordas.

Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

Figura 16 - Representação esquemática

Representação esquemática dos defeitos ocorrentes na superfície dos pavimentos flexíveis e semi-rígidos



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa acontecerá no estacionamento do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos de Porto Nacional Ltda / ITPAC Porto. Instituição fundada em 4 de setembro de 2008, contendo até o atual semestre, segundo informações da secretária acadêmica, uma média de 2000 alunos. A maioria dos acadêmicos possui automóvel, utilizando do estacionamento da faculdade durante todo o semestre. O estacionamento apresenta pavimento flexível com algumas patologias em andamento ou em estado final.

Figura 17 - Estacionamento



Fonte: Google Earth (2018).

Figura 18 - Estacionamento ITPAC Porto



Fonte: O autor (2018)

Figura 19 - Panelas ou buracos



Fonte: O autor (2018)

4.1 DIAGNÓSTICO DE DEFEITO

A segurança e o conforto de um pavimento estão relacionados com a degradação da camada superficial, estando essa passível de uma avaliação funcional periódica. Um método criado para essa avaliação no pavimento foi o da serventia de um determinado trecho. Esse método consiste numa nota média de avaliadores com escala de 0 a 5, indicando, respectivamente, o estado de péssimo a ótimo, definido pelo tráfego de um veículo de forma confortável em certo trecho, num determinado período da vida do pavimento.

Tabela 1 - Níveis de serventia

Padrão de conforto ao rolamento	Avaliação (faixa de notas)
Excelente	4 a 5
Bom	3 a 4
Regular	2 a 3
Ruim	1 a 2
Péssimo	0 a 1

Fonte: DNIT, 2003

Os resultados são obtidos com a seguinte fórmula (DNIT,2003):

Figura 20 - Equação

$$VSA = \frac{\sum X}{n}$$

Fonte: DNIT, 2003

Onde:

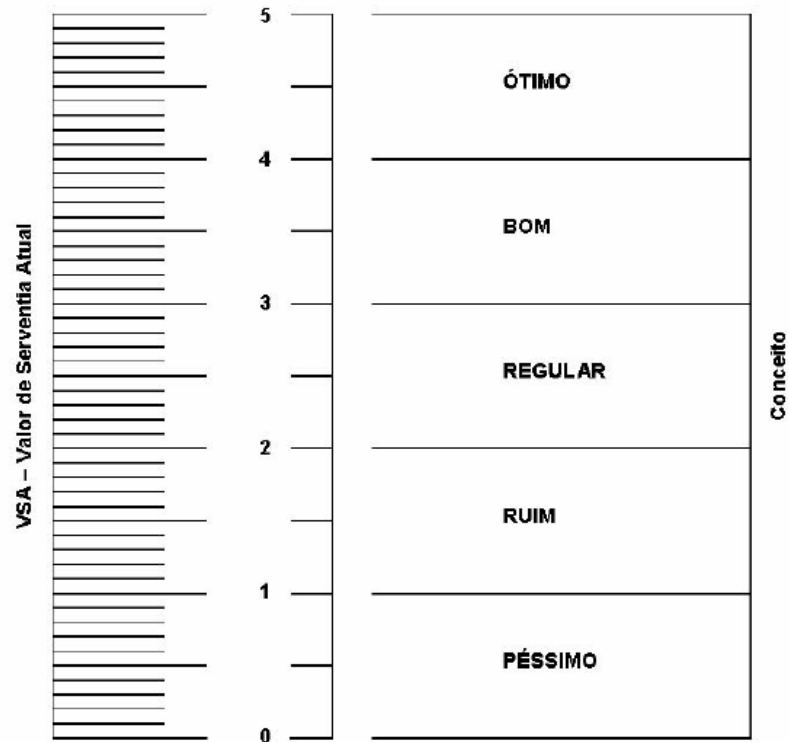
VSA é o valor de serventia atual;

X são os valores de Serventia Atual individuais atribuído por cada membro do grupo;

n é o número de membros do grupo de avaliação.

De acordo Bernucci et. al (2006), o VSA máximo, ou seja, a avaliação de nota 5, não é encontrada na prática, pois a pista sempre apresentará algum tipo de imperfeição. O maior VSA será visto logo após a construção do pavimento, então, a qualidade dependerá muito da forma de execução e das alternativas de pavimento escolhidas, podendo obter valores bem próximos da nota cinco, logo que finalizado.

Figura 21 - Ficha de avaliação



Fonte: (DNIT, 2003)

A avaliação estrutural do pavimento será efetuada por meio dos elementos obtidos nos levantamentos dos defeitos de superfície, nos seguintes ensaios destrutivos (DNIT, 2006):

- a. Limites de Atterberg - índice (LL, LP, LC);
- b. teor de umidade;
- c. espessuras;
- d. tipo de material
- e. intrusão do material de subleito nas camadas de sub-base ou base;
- f. permeabilidade;
- g. características tensão deformação (resistência a tração ou compressão, comportamento à fadiga, deformações).
- h. granulometria.

4.2 RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

4.2.1 Camada de Reforço Estrutural

Aplicação de uma ou mais camadas de revestimento asfáltico, sobre a estrutura do pavimento existente, onde esse processo chamado recapeamento corrigirá as deformações e aumentará a capacidade estrutural (DER/SP, 2006).

4.2.2 Fresagem

Uso de equipamento específico para retirada de uma ou mais camadas do pavimento (DER/SP, 2006).

A remoção do pavimento asfáltico deve ser executada através de fresagem mecânica a frio do pavimento, respeitando a espessura indicada no projeto e a área demarcada previamente. Quando o material da fresagem for destinado a reciclagem, previamente à fresagem deve ser retirado o excesso de sujeira e resíduos da superfície do pavimento, por meio de varrição mecânica. O material resultante da fresagem deve ser imediatamente elevado para carga no caminhão e transportado para o local em que for reaproveitado ou para o bota-fora (DER/SP, 2006).

4.2.3 Reciclagem

Processo de recuperação de material existente, onde não estejam mais atendendo a demanda solicitada, podendo ser adicionado outros materiais (DER/SP, 2006). A operação de fresagem do revestimento existente, incorporação dos agregados, adição de água ocorrem simultaneamente. A mistura é processada no interior da recicladora e em seguida espalhada e compactada. A água e os agregados adicionados ao material reciclado devem ser previamente dosados em laboratório. O agregado adicional deve ser espalhado na quantidade determinada, a fim de atender a porcentagem determinada no projeto da mistura, com emprego de distribuidor de agregados. A reciclagem do pavimento deve ser executada na extensão e espessura de corte indicada no projeto, incorporando-se simultaneamente o agregado adicional, com a concomitante adição de água, nas quantidades fixadas pelo projeto de dosagem, tendo como parâmetro para umedecimento a umidade ótima definida no ensaio de compactação da mistura reciclada.

4.2.4 Remendo Superficial

Correção do defeito por meio de fresagem e reposição do revestimento (DER/SP, 2006).

4.2.5 Remendo Profundo

Correção dos defeitos das camadas inferiores com preenchimento ou substituição de material e reposição do revestimento asfáltico (DER/SP, 2006).

4.2.6 Tapa-Buraco

Correção emergencial nas panelas por meio de lançamento de mistura asfáltica sobre o local afetado, com reduzido controle de qualidade do serviço realizado (DER/SP, 2006). Deve delimitar a área a ser recortada, recortar o revestimento a ser removido, com a utilização de equipamentos mecânicos tipo martelete pneumático e/ou serra clipper, preferencialmente. A utilização de chibancas e picaretas devem ser evitadas, devido a baixa produtividade e a dificuldade de se romper espessuras consideráveis sem trincar ou abalar o pavimento que não necessite ser removido (CTEC, 2014).

Será proposta a restauração do pavimento de acordo a análise inicial dos defeitos apresentados.

4.3 SICRO

O Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) é uma ferramenta criada e aperfeiçoada pelo DNIT para manter atualizada a definição de custos, apta para estabelecer os melhores parâmetros para referenciar a elaboração dos orçamentos de projetos rodoviários e licitação de obras (DNIT, 2017).

Baseado nesse sistema será descrito o quantitativo necessário de equipamentos, materiais e mão-de-obra para execução do serviço de recuperação e restauração do estacionamento, assim como também será a principal referência para obtenção de custos e orçamentos relacionada à obra no pavimento.

5 CRONOGRAMA

Quadro 2 - Cronograma do projeto de pesquisa

ATIVIDADES	MESES/2018 E 2019											
	AGOS.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	ABR.	MAR.	MAI.	JUN.	JUL.
Definição do tema e assunto												
Pesquisa Bibliográfica												
Redação do projeto												
Correções gramaticais e metodologia												
Defesa do projeto												
Definição estrutura monográfica												
Pesquisa Bibliográfica e documental												
Análise dos dados												
Interpretação dos resultados												
Correção gramatical e metodológica												
Defesa da monografia												
Acertos finais propostos pela banca												
Encardenação da monografia												

Fonte: O autor (2018)

6 RESULTADOS ESPERADOS

Uma análise técnica financeira para resolver o máximo de patologias encontradas no pavimento, obtendo soluções viáveis e que transforme esse pavimento flexível mais duradouro e com maior conforto e segurança para os beneficiários: acadêmicos, professores, funcionários e os demais que trafegam no estacionamento da Instituição Presidente Antônio Carlos - ITPAC Porto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **PETRÓLEO E DERIVADOS**.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica**: materiais, projetos e restauração. 2007. Disponível em: <oficina de textos>. Acesso em: 6 set. 2018.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica**: Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006.

CNT. **CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE, PAVIMENTOS DAS RODOVIARIAS BRASILEIRAS: PAVIMENTOS FLEXÍVEIS**.

<http://www.cnt.gov.br/pavimentos/flexiveis>. Acesso em : 23 de setembro de 2018.

CDT. **CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO: REMENDOS EM PAVIMENTOS**. <http://www.artemis.com.br/wp-content/uploads/2018/07/ARTERIS-ES-013.Remendos-de-Pavimento-REM-PAV-REV-8.pdf>. Acesso em: 29 de novembro de 2018.

DER. INSTRUÇÃO DE PROJETO. **normas/IP-DE-P00-002**. SP, 2006. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/IP-DE-P00-002_A.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2018.

DNIT. **Manual de pavimentação**: Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2006.

_____. **Manual de pavimentos rígidos**: Publicação IPR-714. Ministério dos Transportes: Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2003.

_____. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos**: Ministério dos Transportes. Publicação IPR-720. ed. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2005.

_____. **Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico** : Especificação de Serviço. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. 031/ES, 2004.

HORONJEFF, Robert. **Planning and Design of Airports**. 1. ed. New York: USAID, 1966.

LIMA, Fernanda Silva Pires. **AVALIAÇÃO DE SOLUÇÕES DE RESTAURAÇÃO FUNCIONAL DE PAVIMENTOS**. Porto Alegre, 2011.

MOTA, Gabriel Luan Paixão. **Técnicas de recuperação de patologias em pavimentos de asfalto, 2017**. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/t%C3%A9cnicas-de-recupera%C3%A7%C3%A3o-patologias-em-pavimentos-paix%C3%A3o-mota>>. Acesso em 10 de outubro de 2018.

QUIRINO, Marina Eliza. **Recuperação de pavimentos flexíveis em áreas taxiamentos de aeronaves**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2013.