

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

MORGANA FORTUNATO

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA RESTAURAÇÃO DE
PAVIMENTO FLEXÍVEL COM REFORÇO EM GEOGRELHA: ESTUDO
DE CASO**

FLORIANÓPOLIS, 2020.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

MORGANA FORTUNATO

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA RESTAURAÇÃO DE
PAVIMENTO FLEXÍVEL COM REFORÇO EM GEOGRELHA: ESTUDO
DE CASO**

Projeto de trabalho de conclusão de curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina como parte dos requisitos para
obtenção do título de engenheira civil.

Orientador:
Profº Fábio Krueger da Silva

FLORIANÓPOLIS, 2020.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Fortunato, Morgana

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL COM REFORÇO EM GEOGRELHA: ESTUDO DE CASO / Morgana

Fortunato;

orientação de Fábio Krueger da Silva. - Florianópolis, SC, 2020.

66 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto

Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis.

Bacharelado em Engenharia Civil.

Departamento Acadêmico de Construção Civil.

Inclui Referências.

1. Reforço. 2. Revestimento. 3. Geogrelha. . I. Silva, Fábio Krueger da. II. Instituto Federal de Santa Catarina. Departamento Acadêmico de Construção Civil. III. Título.

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL COM REFORÇO EM GEOGRELHA: ESTUDO DE CASO

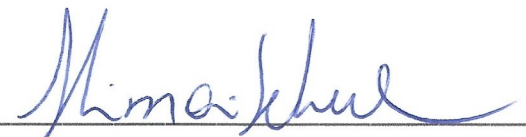
MORGANA FORTUNATO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenharia Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 09 de novembro, 2020.

Banca Examinadora:


Fábio Krueger da Silva
PROFESSOR
SIAPE 1095463
IPSC - Campus Florianópolis
Fábio Krueger da Silva, Doutor em Engenharia Civil.


Fernanda Simoni Schuch, Doutora em Engenharia Civil.

ALAN AMILTON
SAGAS:076322689
01

Assinado de forma digital por
ALAN AMILTON
SAGAS:07632268901
Dados: 2020.11.20 15:41:04
-03'00'

Alan Amilton Sagas, Graduado em Engenharia Civil.

AGRADECIMENTOS

A minha família, minha mãe Maria Gorete, meu irmão Conrado e meu padrasto Gilberto, por acreditarem no meu potencial, estarem do meu lado e por todo o amor incondicional. Amo muito vocês.

Ao meu professor orientador, Fábio Krueger da Silva, pela orientação e incentivo para a conclusão desse trabalho acadêmico.

A minha dupla e grande amiga de faculdade Amanda, por toda a paciência, compreensão e carinho. Obrigada por ter sido minha companheira durante todos esses anos e por todo o amor.

As minhas amigas de faculdade, companheiras nessa trajetória, Letícia e Lorena, por tonarem esse período mais divertido e leve. Obrigada por todo o acolhimento e carinho, vocês são incríveis.

Aos meus colegas de trabalho na RDR Engenharia, Ulisses e Igor, por toda a compreensão e incentivo para a conclusão desse trabalho. Obrigada por acreditarem no meu potencial.

A todos os professores do Instituto Federal de Santa Catarina que eu tive o prazer de conhecer, pelo ótimo ensino e atenção com seus alunos.

*Assim como a planta é o projeto de uma construção civil,
o sonho é um projeto de construção de vida.*
Wendel Henrique Ferreira

RESUMO

O presente trabalho avaliou a viabilidade técnica do reforço estrutural com o uso de geogrelha na restauração do pavimento asfáltico em uma avenida de cidade de Florianópolis (SC). O estudo de caso da Avenida Mauro Ramos dar-se-a por meio de análise comparativa dos dados fornecidos pela empresa responsável pelo projeto, e pelos dados levantados in-loco durante a execução e após a entrega da obra. O estudo tem como fim a análise da viabilidade do uso da geogrelha, com o intuito de reforço do revestimento asfáltico na execução da obra. Foi desenvolvida uma revisão bibliográfica para o entendimento básico dos conceitos explicitados durante o estudo de caso. Posteriormente apresentou-se a área de estudo, com o acompanhamento da obra e os resultados encontrados após a sua finalização. Por fim, viu-se que com as condições da via antes da restauração e os resultados patológicos encontrados após a entrega da obra que a execução do reforço com geogrelha não apresentou resultados satisfatórios para o tipo de problema apresentado.

Palavras-chaves: Reforço, revestimento, geogrelha.

ABSTRACT

The present work evaluated the viability of structural reinforcement with the use of geogrid in the restoration of the asphalt pavement in an avenue in the city of Florianópolis (SC). The case study in Avenida Mauro Ramos will take place through a comparative analysis of the data provided by the company responsible for the project, and the data collected on-site during the execution and after the delivery of the work. The study analyze the feasibility of using the geogrid, in order to reinforce the asphalt lining in the execution of the work. A bibliographic review was developed to understand the basic concepts explained during the case study. Posteriorly, the study area was presented, with the monitoring of the work and the results found after its completion. Ultimately, it was seen that with the conditions of the road before the restoration and the pathological results found after the delivery of the work, the execution of the geogrid reinforcement did not present satisfactory results for the type of problem presented.

Keywords: Reinforcement, coating, geogrid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de cargas em pavimento flexível.....	14
Figura 2 - Determinação das camadas estruturais do pavimento semirrígido ..	15
Figura 3 - Camadas constituintes do pavimento flexível.....	16
Figura 4 - Distribuição de cargas em pavimento flexível.....	19
Figura 5- Defeito no pavimento asfáltico causado por afundamento por trilha de roda	24
Figura 6 - Deterioração do pavimento causada pelo trincamento por fadiga....	26
Figura 7 - Geogrelha utilizada na obra em análise	29
Figura 8 - Uso de geogrelha - Aperfeiçoamento da capacidade de carga.....	31
Figura 9 - Uso de geogrelha - Efeito Membrana	31
Figura 10 - Uso de geogrelha - Limitação do movimento lateral do solo.....	32
Figura 11 - Uso de geogrelha - Limitação do movimento lateral do solo.....	34
Figura 12 - Gráfico Levantamento Deflectométrico da Avenida Mauro Ramos - Pista Direita.....	36
Figura 13 - Gráfico Levantamento Deflectométrico da Avenida Mauro Ramos - Pista Esquerda	37
Figura 14 - Fluxograma para realização do objetivo geral proposto	40
Figura 15 - Medição da temperatura do asfalto	43
Figura 16 - Carregamento do asfalto no caminhão basculante	43
Figura 17 - Fresagem da camada asfáltica.....	44
Figura 18 - Fresagem da camada asfáltica sendo depositada no caminhão basculante para descarte	45
Figura 19 - Limpeza da pista de rolamento após fresagem.....	46
Figura 20 - Aplicação da geogrelha	46
Figura 21 - Execução da pintura de ligação.....	47
Figura 22 - Acabadora realizando a aplicação da camada asfáltica	47
Figura 23 - Estrutura do pavimento asfáltico antes da restauração.....	48
Figura 24 - Estrutura do pavimento asfáltico após a restauração	48
Figura 25 - Resultado de deflexão por Viga Benkelman novembro/2020.....	50
Figura 26 - Aparecimento de patologia no pavimento asfáltico após a restauração	51
Figura 27 - Ponto de para de ônibus	52

Figura 28 - Resultado de deflexão por Viga Benkelman abril/2020	53
Figura 29 - Comparação do revestimento asfáltico	54
Figura 30 - Posicionamento da geogrelha na pista de rolamento	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da função de cada tipo de reforço geossintético	29
Tabela 2 - Previsão de tráfego para os anos futuros	35
Tabela 3 - Valores de deflexões admissíveis	35
Tabela 4 - Valores deflectométricos	36
Tabela 5 - Resultados do dimensionamento da espessura de reforço - DNIT-PRO (11/1979)	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBR - California Bearing Ratio

CBUQ - Concreto Betuminoso Usinado A Quente

CNT – Confederação Nacional do Transporte

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

FWD - Falling Weight Deflectometer

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivo Geral	10
1.2	Objetivo Específico.....	10
1.3	Justificativa	10
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	Tipos de Pavimentos	13
2.1.1	Pavimento Rígido	14
2.1.2	Pavimento Semirrígido.....	15
2.1.3	Pavimento Flexível	15
2.2	Mecânica dos Pavimentos	19
2.3	Principais Danos em Pavimentos Flexíveis	21
2.3.1	Afundamento por Trilha de Roda.....	24
2.3.2	Trincamento por Fadiga.....	25
2.4	Fresagem do Pavimento	27
2.5	Geossintéticos como reforço de pavimentos	27
2.5.1	Geogrelha	29
3.	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	34
4.	MÉTODO DA PESQUISA	40
5.	APRESENTAÇÃO DE DADOS E RESULTADOS	42
6.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	54
7.	CONCLUSÃO.....	58
	REFERÊNCIAS.....	59
	ANEXO	63

1. INTRODUÇÃO

O surgimento das estradas teve início, segundo Baldo (2007), da necessidade da população de ter acesso à água, áreas cultiváveis e locais que possuíam fonte de matérias-primas, como madeira, rochas e minerais. A invenção do que denominamos de estradas teve seu marco inicial na China, porém foi na Roma que a população aperfeiçoou essa passagem, com a instalação de pavimentos e drenagens, na intenção de torná-las mais duradouras. No Brasil, a história da pavimentação tem início com a instalação de uma estrada definitiva entre Minas Gerais e o Rio de Janeiro. De acordo com Brasil (2019), a construção da primeira estrada macadamizada no Brasil, inaugurada em 23 de junho de 1861 e com 144 km de extensão, teve como justificativa o povoamento do território mineiro.

Com o passar dos anos, e com o crescimento da população e melhoramento das tecnologias de construção, a instalação de estradas pavimentadas cresceu no território brasileiro. Contudo, apesar disso, ainda são poucas as rodovias pavimentadas atualmente. Segundo pesquisas do Brasil (2018), somente 12,4% da malha rodoviária brasileira é pavimentada, sendo que o meio de transporte rodoviário é o mais utilizado atualmente, com a movimentação de 90% de passageiros e 60% de mercadorias. Esse é o meio de transporte que mais sofre com a falta de manutenção e baixa qualidade da infraestrutura.

O uso de reforço na estrutura do pavimento surgiu com a intenção de diminuir as falhas estruturais, com o maior suporte das cargas solicitantes, conforme a passagem de tráfego em um período de tempo. Segundo Góngora e Palmeira (2012, apud OLIVEIRA et al. 2016), a utilização de geossintéticos para a consolidação do subleito surgiu da década de 1970. Ele explica que normalmente esse reforço é aplicado entre a camada de aterro (reforço do subleito) e o subleito, com a intenção de suportar a intensidade de carga, além de poder proporcionar o uso de um material menos nobre (de menor qualidade) e, com isso, gerando redução de custos.

Portanto, o objetivo principal do trabalho que é o estudo da aplicação de reforços com geossintéticos na estrutura de pavimentos flexíveis, com o intuito de aumentar a sua resistência às cargas solicitantes, evitando assim, patologias decorrentes do tráfego intenso de veículos, vêm de encontro com a ideia de inovação

tecnológica na construção civil, com o menor custo de manutenção e maior preservação ambiental.

1.1 Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade técnica do uso de geogrelha como reforço estrutural na camada de revestimento (camada de rolamento) através dos resultados obtidos na restauração do pavimento asfáltico da Avenida Mauro Ramos, localizada na cidade de Florianópolis/SC.

1.2 Objetivo Específico

Para o alcance do objetivo geral foram traçados os objetivos específicos a seguir.

Mapear e apontar patologias em pavimento flexível após o reforço com geogrelha;

Comparar patologias encontradas no pavimento flexível reforçado com geogrelha com o esperado proposto em projeto;

Verificar as prováveis causas das patologias observadas;

Determinar a viabilidade, ou não, do uso desse reforço na restauração da via mediante análise técnica.

1.3 Justificativa

A pavimentação asfáltica tem como principal objetivo proporcionar aos usuários do tráfego conforto, segurança e sensação de bem-estar. Esta sensação está ligada com a facilidade e bom direcionamento do usuário de conduzir seu veículo, além de reduzir o gasto de combustível e o desgaste do automóvel. Com isso, o estado de conservação de uma via é de extrema importância para assegurar os objetivos que interferem diretamente o usuário (MOURA, 2010).

Porém, a estrutura dos pavimentos está frequentemente sujeita a fatores externos que prejudicam seu desempenho e funcionalidade. Alguns desses fatores

que podem alterar a funcionalidade da pista de rolamento são: excessos de cargas e volume de tráfego, desgaste natural com o passar no tempo, condições ambientais adversas que podem causar grandes estragos na estrutura asfáltica, entre outros (OLIVEIRA, 2016).

Segundo o CNT (2017), as principais causas de degradação dos pavimentos no Brasil estão associadas à deficiência no método de dimensionamento, erros ou falhas na construção, falta de manutenção e fiscalização. Dessa forma, a manutenção das vias torna-se necessária quando os defeitos no pavimento prejudicar seu desempenho mecânico. Por essa razão, a análise das condições do pavimento degradado precisa ser feita de maneira racional, para que a técnica empregada atente aos aspectos de segurança, seja economicamente viável e respeite o meio ambiente.

A degradação de estruturas de pavimentação se dá de forma contínua, ao longo do tempo e desde a abertura ao tráfego, por meio de mecanismos complexos e ainda não inteiramente explicados, aonde gradativamente vão se acumulando deformações plásticas e trincas nas camadas, decorrentes de uma combinação entre ação das cargas do tráfego e os efeitos do intemperismo. Além disso, a “ruptura” de um pavimento é, até certo ponto, indefinida e subjetiva, havendo divergências entre os pesquisadores quanto ao melhor momento de se restaurar um pavimento que atingiu certo nível de deterioração estrutural e/ou funcional.

Um método eficaz para recuperação ou reforço da pavimentação asfáltica é através do uso de geossintéticos. Sayão, Sieira e Santos (2009), explica que a utilização de geossintéticos como reforço da camada asfáltica vem crescendo no país e tendo uma melhor aceitação com o passar dos anos. Segundo Ante (2012), no Brasil são mais comumente utilizados dois tipos de geossintéticos para reforço e retardo de trincas do pavimento, causadas por reflexão, são eles: as geogrelhas e os geotêxteis. As geogrelhas são utilizadas principalmente para reforço do revestimento asfáltico, e tem como característica uma estrutura em formato de grelha, aonde suas aberturas proporcionam a interação com o material constituinte.

Wickert (2003, apud ANTE, 2012), explica que as geogrelhas possuem como principal característica um módulo de elasticidade à tração elevado, e por isso as deformações causadas pelas tensões oriundas das cargas dos pneus dos veículos que trafegam constantemente pela via podem ser absorvidas. Em projetos, são consideradas as propriedades típicas das geogrelhas para o dimensionamento: rigidez, flexibilidade, abertura entre os elementos e temperatura de amolecimento.

Numa situação onde mesmo com todo o avanço tecnológico, o processo de degradação e ruptura do pavimento ainda não está totalmente equacionado, tornam-se necessários estudos adicionais que contribuam para aumento do conhecimento na área de reabilitação estrutural das vias. Tendo, assim, como finalidade, descobrir a melhor forma de tratamento da estrutura degradada.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados os aspectos técnicos referente às características de reforço do pavimento asfáltico flexível utilizando o método de geogrelha. Para isso serão exemplificados de maneira resumida os tipos de pavimentos, suas principais diferenças e funções, a mecânica de funcionamento da distribuição de cargas no pavimento e, os principais tipos de patologias decorrentes nesse pavimento. Posteriormente, será introduzida a explicação do uso da geogrelha como alternativa de reforço na restauração do pavimento e, como ela pode ajudar a melhorar a qualidade da estrutura asfáltica na pista de rolamento.

2.1 Tipos de Pavimentos

O pavimento, segundo Bernucci et al. (2008), é uma estrutura constituinte de camadas, que podem ter várias espessuras, que tem como objetivo uma extremidade final de terraplenagem que tem a função de resistir aos esforços de tráfego, oriundos da movimentação dos meios de transporte rodoviários, e do clima com a finalidade de proporcionar ao usuário da via melhores condições de rolamento, segurança, bem-estar e economia.

De acordo com Baldo (2007), pavimentar uma via para a circulação de veículos é uma obra civil, que tem por objetivo a melhoria funcional do tráfego, na medida que são criadas superfícies mais regulares, ou mais aderentes, ou menos ruidosas, ou seja lá qual for a melhoria física que mais se encaixa naquela via.

Selço (1979), classifica o pavimento como uma estrutura projetada acima de uma terraplenagem que tem como destino técnica e economicamente a: distribuir e resistir a esforços verticais originários do tráfego continuou; provocar melhorias nas condições de rolamento uma vez que estão ligados a conforto e segurança; suportar os esforços horizontais (desgastes), fazendo com que a superfície do rolamento seja mais durável.

Baldo (2007), acredita que o principal objetivo quanto a escolha mais adequada dos tipos de pavimentos que poderão ser empregados em uma obra está direcionada, com o tipo de material utilizado que corresponda às exigências técnicas e, a minimização dos custos. Para o referido autor, essa é uma questão importante a ser levada em consideração uma vez que os custos com a pavimentação para as

agências e os operadores viários são razões que limitam a concepção de um projeto. Quando bem planejado um projeto de pavimentação analisa com extrema importância a ocorrência de materiais presentes nas regiões próximas, que possam ser comercializados, considerando sua facilidade ou não de exploração e transporte. Essa consulta, juntamente com a avaliação dos custos e as exigências técnicas poderá levar a uma análise e talvez, a uma nova solução de projeto mais viável para a obra em questão.

Assim, o desempenho do tipo de pavimento será função de como este resiste as cargas solicitantes de acordo com o volume de tráfego e distribuição das mesmas para subleito da estrutura. A seguir, serão apresentados os três tipos mais usuais de pavimentos.

2.1.1 Pavimento Rígido

É um tipo de pavimento onde seu revestimento é feito com cimento Portland em formato de placas de concreto. As camadas desse pavimento trabalham prioritariamente à tração, e sua espessura é determinada de acordo com a resistência à tração do concreto, além de serem considerados efeitos de fadiga, coeficiente de reação do subleito e total de cargas aplicadas (MARQUES, 2006).

O Manual de Pavimentação do Brasil (2006), classifica o pavimento rígido como aquele em que o revestimento possui uma elevada rigidez, comparada às demais camadas, e com isso ele absorve todas as tensões advindas das cargas aplicadas. Essa sua característica pode ser observada na figura 01, a seguir, que apresenta a distribuição de cargas no pavimento rígido.



Fonte: Adaptado de: <https://www.motonline.com.br/noticia/afinal-por-que-o-asfalto-no-brasil-e-tao-ruim/>. Acesso em: 02, setembro, 2019.

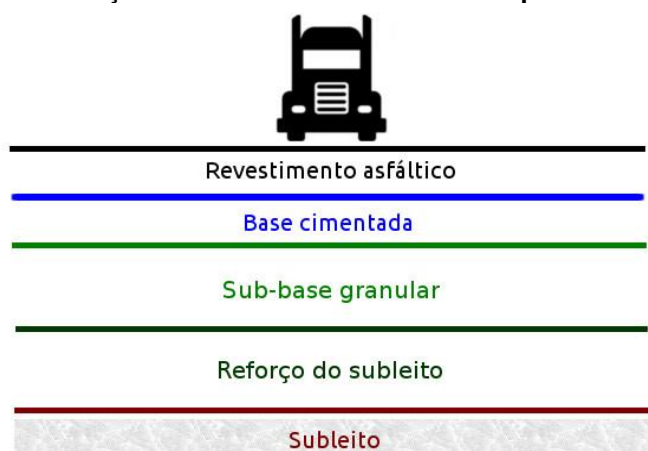
2.1.2 Pavimento Semirrígido

É considerado um pavimento intermediário, com características de pavimentos rígido e flexível, onde sua deformabilidade é maior que a do rígido e menor que a do flexível. Segundo Marques (2006), é considerado um pavimento semirrígido quando se tem uma base ou sub-base cimentada e acima dela um revestimento betuminoso.

O Manual de Pavimentação (DNIT, 2006), classifica como um pavimento com base cimentada por algum aglutinante que possui propriedades cimentícias (exemplo: solo cimento), revestida superficialmente com uma camada de asfalto.

A figura 02, na sequência, exemplifica a estruturação do pavimento semirrígido em suas camadas.

Figura 2 - Determinação das camadas estruturais do pavimento semirrígido



Fonte: Adaptado de: <https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-pavimento-semi-rigido.html>. Acesso em: 02, setembro, 2019.

2.1.3 Pavimento Flexível

Rossi (2017), classifica o pavimento flexível como uma estrutura dividida em camadas (revestimento do subleito, quando necessário, sub-base, base e revestimento) em que a última camada é constituída por um fino revestimento asfáltico. Por apresentar a última camada constituída predominantemente por material

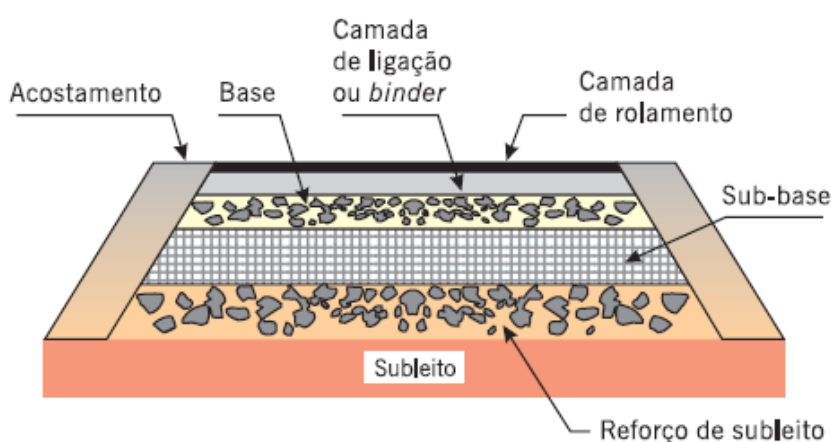
asfáltico, têm como característica uma resistência muito variável, dependendo da espessura de sua camada.

Marques (2006), identifica esse tipo de pavimento como o formado por camadas que absorvem as cargas de tração convertendo em compressão. Com isso sua capacidade de suporte se dá em função das características de distribuição de cargas pelas camadas superpostas, onde as camadas que apresentam qualidade elevada ficam mais próximas da carga aplicada.

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), pavimento flexível é todo aquele composto por camadas que quando submetidas a um carregamento aplicado sofrem deformações elásticas, e com isso, a carga se dispersa em porções igualmente distribuídas entre as camadas.

Na figura 03, em seguida, é possível analisar as camadas constituintes dos pavimentos flexíveis.

Figura 3 - Camadas constituintes do pavimento flexível



Fonte: Adaptado de Bernucci et al (2008). Acesso em: 02, setembro, 2019.

a) Transporte, Distribuição e Compactação da Mistura do Pavimento Flexível

O DNIT (031/2006) estabelece que uma ordem de execução mais adequada para a construção do pavimento flexível.

- Transporte do concreto asfáltico: o transporte do concreto asfáltico deve ser realizado através de caminhões basculantes cobertos com lona térmica, da usina até o local de aplicação;

- Distribuição da mistura: a distribuição e espalhamento da mistura asfáltica deve ser realizada através de acabadoras equipadas com parafusos sem fim (para colocar a mistura com precisão nas faixas), alisadores e dispositivos que permitam o aquecimento da mistura, para que o espalhamento ocorra sem irregularidades;
- Compactação: deve começar pelos bordos da pista, longitudinalmente, caminhando em direção ao eixo. Quando ocorrer curvas, a compactação deve ser feita sempre do ponto mais baixo para o mais alto. É importante ressaltar que cada passada de rolo deve ser recoberta na seguinte passada, no mínimo, por metade da largura rolada. A operação de compactação do rolo durará até ser atingida a compactação especificada em projeto, e durante essa operação não será permitida mudança de direção, inversão bruscas da marcha ou estacionamento do equipamento sobre a camada recém compactada. Para evitar a aderência da mistura nas rodas do rolo, recomendasse umedecer eles.

b) Controle de Qualidade do Asfalto

O controle de produção (execução) do concreto asfáltico, segundo o DNIT (031/2006), é realizado através da coleta de amostras e ensaios de acordo com o Plano de Amostragem aprovado pela fiscalização da obra e executado conforme DNER-PRO 277.

- Controle da usinagem do concreto asfáltico
 - Controle da quantidade de ligante na mistura: deve respeitar a quantidade estabelecida em projeto; devem ser realizadas extrações de amostras logo após a passagem da acabadora pela pista; deve ser executada uma determinação a cada 700 m² de pista, no mínimo;
 - Controle da graduação da mistura de agregados: deve ser realizado ensaio de granulometria (DNER-ME 083) da mistura dos agregados;
 - Controle de temperatura: são feitas medidas de temperatura do agregado (no silo quente da usina), do ligante (na usina) e da mistura (assim que sai do misturador). É permitida uma variação de $\pm 5^{\circ}\text{C}$;
 - Controle das características da mistura: devem ser realizados ensaios Marshall em 3 corpos-de-prova a cada 8 horas de jornada de trabalho, juntamente com um ensaio de tração por compressão diametral a 25°C.

- Espalhamento e compactação
 - Devem ser realizadas medidas de temperatura logo após o espalhamento e antes da compactação da mistura asfáltica, com uma tolerância de $\pm 5^{\circ}\text{C}$;
 - O grau de compactação (GC) é determinado medindo a densidade aparente dos corpos-de-prova da mistura espalhada e compactada na pista, através de brocas rotativas.

Já o controle final da qualidade do revestimento asfáltico, também segundo DNIT (031/2006), é realizado através de algumas verificações realizadas em campo:

- Espessura da camada: medida através dos corpos-de-prova retirados da pista, ou pelo nivelamento do eixo e dos bordos. Realizados antes e depois do espalhamento e compactação da mistura;
- Alinhamento: verificação dos eixos e bordos da pista durante a execução da locação e do nivelamento;
- Acabamento da superfície: realizado durante a execução em cada estaca da locação, com o auxílio de réguas;
- Controle de Segurança: realizado no revestimento acabado, e deve apresentar valores de Resistência à Derrapagem ≥ 45 , e altura de areia $1,20\text{mm} \geq \text{HS} \geq 0,60\text{mm}$.

Ainda existem testes feitos para comprovar a qualidade do revestimento asfáltico que foi executado. Um deles é o teste de Viga Benkelman. Segundo DNER-ME (024/1994) é um aparelho utilizado com a finalidade de medir deflexões em pavimentos. Os equipamentos necessários são a própria Viga Benkelman, um caminhão com 8,2tf de carga e um calibrador para medir a pressão dos pneus. É feita uma leitura inicial, assim que o vibrador da viga é ligado e com o caminhão parado e uma leitura final após o deslocamento de 10m para frente do caminhão. Através dessas leituras é determinada a deflexão do pavimento em centésimos de milímetro.

Com os resultados desse teste é feito o gráfico deflectométrico, que avalia as condições do pavimento de acordo com a deflexão admissível. De acordo com DNER-PRO (011/1979), para que não apareçam trincas no revestimento asfáltico, a deflexão do pavimento precisa apresentar um valor menor que a deflexão determinada de projeto, a deflexão admissível. Ela é determinada de acordo com o tipo de material que é constituído o pavimento, além do número de solicitações de eixo N, correspondente ao eixo padrão de 8,2tf.

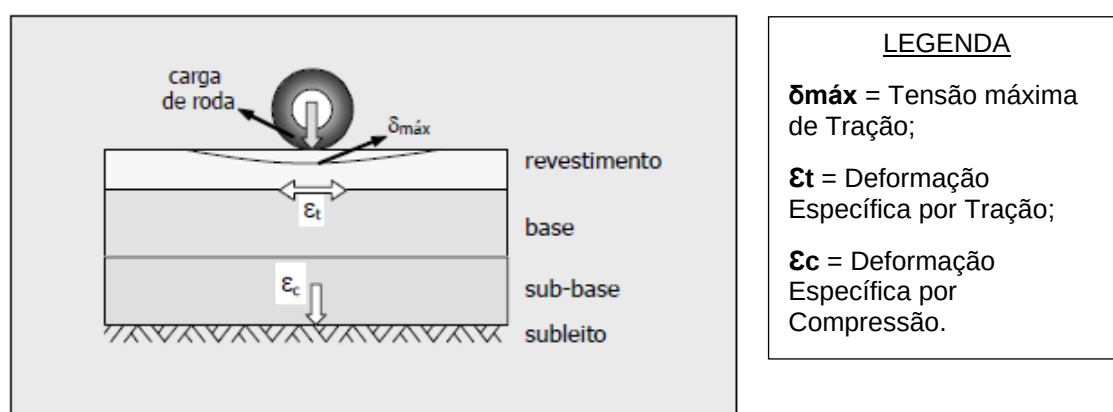
O FWD (Falling Weight Deflectometer) é um equipamento que pode ser utilizado para encontrar o valor da Viga Benkeman. Moraes (2015) intitula esse equipamento como o mais utilizado na atualidade para determinar as medidas de deflexão. Ele explica que esse equipamento é um deflectômetro de impacto, planejado para efetuar uma simulação do efeito que produz a passagem de carga de uma roda em movimento em cima do pavimento. Essa medição é determinada através da queda da união de massas, a partir de alturas pré-determinadas, em cima de um sistema de amortecedores de borracha.

2.2 Mecânica dos Pavimentos

O revestimento asfáltico está diretamente ligado a função de resistir as ações do tráfego e transmiti-las gradativamente as camadas inferiores. Nesses pavimentos, as camadas de base, sub-base e reforço do subleito possuem grande importância estrutural, por isso é de extrema importância limitar as tensões e deformações na estrutura do pavimento através da união entre o tipo de material empregado e a sua espessura (BERNUCCI et al., 2008).

Como os pavimentos flexíveis apresentam menor rigidez, eles possuem como característica uma maior deformabilidade e com isso a transmissão de esforços para as camadas subjacentes é maior. Esses esforços muitas vezes são concentrados e com isso podem gerar esforços de tração nas camadas de base e sub-base da estrutura, fazendo com que seu bulbo de tensões atinja materiais com diferentes propriedades físicas e mecânicas (SILVA, 2019).

Figura 4 - Distribuição de cargas em pavimento flexível



O dimensionamento do pavimento deve levar em conta o tráfego previsto no período de projeto e as condições climáticas da região em que ele será construído. O correto dimensionamento do pavimento depende da adequada análise mecanística estrutural empregada, determinação precisa das propriedades dos materiais como, resistência à ruptura, permeabilidade e deformabilidade de cada camada constituinte, juntamente com a grandeza e frequência de cargas e as situações climáticas (SILVA, 2019).

Segundo Brasil (2006), a capacidade de suporte do subleito e de todas as demais camadas constituintes da estrutura do pavimento é feita pelo CBR (California Bearing Ratio - Índice de Suporte Califórnia), em que segundo o método de ensaio determinado pelo DNER os corpos-de-prova devem estar indeformados ou serem moldados em laboratório para as condições especificadas em serviço, de massa específica aparente e umidade.

O Manual de Pavimentação do Brasil (2006) determina:

Os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio de C.B.R., menor ou igual a 2% e um C.B.R. $\geq 2\%$.

Classificação dos materiais empregados no pavimento:

- a) Materias para reforço do subleito, os que apresentam C.B.R. maior que o do subleito e expansão $\leq 1\%$ (medida com sobrecarga de 10 lb)
- b) Materias para sub-base, os que apresentam C.B.R. $\geq 20\%$, I.G.=0 e expansão $\leq 1\%$ (medida com sobrecarga de 10 lb)
- c) Materiais para base, os que apresentam: C.B.R. $\geq 80\%$ e expansão $\leq 0,5\%$ (medida com sobrecarga de 10 lb, Limite de liquidez $\leq 25\%$ e Índice de plasticidade $\leq 6\%$. (p. 142).

De acordo com (SILVA, 2019), a degradação da estrutura do pavimento acontece de forma gradativa e contínua, ao longo do tempo, em que progressivamente ocorre um acúmulo de deformações plásticas e trincas nas camadas. Com isso, a “ruptura” de um pavimento pode ser considerada indefinida e subjetiva, uma vez que existem vários fatores que devem ser levados em consideração:

- a) Os efeitos negativos de desempenho de um pavimento muitas vezes não são perceptíveis inicialmente (podem acarretar em custos de manutenção de veículos);

- b) É de extrema complexibilidade fazer uma previsão de desempenho futuro do pavimento, juntamente com a previsão de manutenção preventiva;
- c) O carregamento é transiente e de frequência, logo ele não é estático, quanto a velocidade de aplicação e a intensidade de carga, que é muito variável.

2.3 Principais Danos em Pavimentos Flexíveis

Conforme Bernucci (et al, 2008), a principal função de um pavimento é assegurar o bom tráfego de veículos em qualquer situação climática e em todos os períodos do ano. Com isso, a estrutura do pavimento é implantada acima do subleito com o intuito de aguentar as cargas dos veículos, e assim distribuir as solicitações para as diversas camadas e ao subleito, restringindo as tensões e as deformações para garantir um melhor desempenho da via. Portanto, o pavimento deve ser projetado de forma a suportar as demandas funcionais e estruturais levando em consideração também a parte orçamentária, que deve ser a mais viável possível.

As deformações na superfície do pavimento asfáltico são defeitos que podem ser identificados a olho nú e que tem a sua classificação e terminologia normatizada. Quando classificada a necessidade de restauração, a análise dos defeitos leva em consideração o diagnóstico do problema para a melhor escolha da solução. Já quando ocorre um caso de gerência (ou de manutenção), a união dos defeitos no pavimento de um determinado trecho pode ser classificada por índices com relação a hierarquia de necessidade e alternativa (BERNUCCI ET AL, 2008).

De acordo com o CNT (2017), as principais causas da degradação dos pavimentos rodoviários no Brasil são:

- a) Método de Dimensionamento:
 - É adotado um método de dimensionamento empírico, que não analisa teorias sobre o comportamento elástico das camadas do pavimento. Esse comportamento é um fator importante do dimensionamento do pavimento uma vez que prevê seu rompimento por fadiga;
 - A última revisão técnica do método brasileiro procedeu-se a quase 60 anos, no ano de 1960. É uma característica negativa, uma vez que não

permite a introdução de novas técnicas de dimensionamento, novos tipos de veículos e composição do tráfego, novos materiais.

- O método brasileiro analisa o dimensionamento levando em consideração as especificidades climáticas que podem interferir no pavimento, porém assume um único valor de variável para todo o país. Com isso, o dimensionamento fica equivocado dependendo da região do país analisada.

b) Tecnologias e Métodos Construtivos:

- Dependendo do caso analisado, pode acontecer falta de técnica especializada por parte das empreiteiras, que pode ocasionar em um desgaste prematuro do pavimento.
- O não cumprimento correto das normas técnicas durante a execução, também pode gerar baixa durabilidade dos pavimentos.

c) Manutenção e Gerenciamento:

- No Brasil uma das principais causas de deterioração precoce dos pavimentos é a falta de manutenção preventiva. Quando realizadas com uma certa periodicidade, elas proporcionam condições mínimas de funcionamento, evitando assim a ocorrência de deficiências estruturais.

d) Fiscalização:

- O impacto da fiscalização na durabilidade do pavimento pode ser separado em três etapas: no período de execução (cuidando com a execução correta de acordo com projeto), quando a obra está finalizada e entregue (vistoria final para aprovação) e durante a sua operação (controlando o sobrepeso na rodovia).

Segundo o DNIT-TER (005/2003), existem oito tipos de defeitos nos pavimentos flexíveis que devem ser levados em consideração quando for feita uma análise dos danos na superfície do pavimento.

- a) Fendas: descontinuidade na superfície da estrutura que conduz a aberturas de diversas formas e tamanhos. Podem ser:
- Fissura: possui uma largura correspondente a espessura capilar, podendo ser longitudinal, transversal ou oblíquo, sendo observado apenas a uma distância inferior a 1,50 m;

- Trinca: abertura facilmente visível, que possui uma abertura maior que a fissura e pode-se apresentar na forma de trinca isolada (transversal, longitudinal ou de retração) ou interligada (tipo “couro de jacaré” ou tipo “bloco”);
- b) Afundamento: deformação permanente que tem como característica a depressão do pavimento asfáltico que pode apresentar-se na forma de afundamento de consolidação ou plástico;
 - Afundamento de consolidação: gerado pela consolidação discrepante das camadas do pavimento, ou do subleito, sem a ação do solevamento. Quando ocorre com uma distância de até 6 metros é considerado um afundamento de consolidação local. Já quando possui uma extensão superior a 6 metros, é definido como afundamento de consolidação da trilha de roda;
 - Afundamento plástico: têm como causa a fluência plástica das camadas do pavimento, ou do subleito, que tem como constituinte o solevamento. Quando a extensão é menor ou igual a 6 metros é denominado de afundamento plástico local, porém quando o comprimento é maior que 6 metros, chama-se de afundamento plástico da trilha de roda;
- c) Corrugação ou Ondulação: caracterizado por apresentar no pavimento ondulações ou corrugações transversais;
- d) Exsudação: quando ocorre um excesso de ligante betuminoso na superfície da estrutura do pavimento e com isso acontece um deslocamento do ligante pelo revestimento;
- e) Escorregamento: é o deslocamento do revestimento com relação a camada abaixo do pavimento, no formato de fendas em meia lua;
- f) Panela ou buraco: rebaixo no pavimento que pode ter várias causas (inclusive a não aderência entre as camadas, que pode causar um deslocamento). Ele pode atingir várias camadas do pavimento provocando a separação das camadas;
- g) Remendo: ocorre quando é preenchida a panela (ou buraco), no processo conhecido como “tapa-buraco”;
 - Remendo superficial: é a correção através de uma camada de betume, em uma área específica da superfície do pavimento;

- Remendo profundo: nele ocorre a troca do revestimento e, com isso, de uma ou mais camadas da estrutura asfáltica que esteja localizada abaixo do pavimento, tendo como formato um retângulo;
- h) Desgaste: é caracterizado quando ocorre o deslocamento gradual do agregado do pavimento, provocado pelo tráfego que incide esforços tangenciais e tem como resultado uma superfície áspera.

A seguir, serão tratados com mais ênfase os dois principais e mais comuns casos de patologias no pavimento asfáltico, o afundamento por trilha de roda e o trincamento por fadiga.

2.3.1 Afundamento por Trilha de Roda

De acordo com Moura (2010), o afundamento por trilha de roda é uma das patologias mais importantes causada na superfície do pavimento, uma vez que ela proporciona uma acelerada desagregação da estrutura asfáltica reduzindo o conforto ao rolamento e a segurança do usuário, além de ocasionar um elevado custo operacional.

O afundamento por trilha de roda é definido como o acúmulo de quantidades menores de deformações não recuperáveis, resultantes das cargas aplicadas pela passagem dos veículos (MOURA, 2010). Conforme Joliet e Malot (2000, apud MOURA, 2010) essa patologia está ligada a deformação viscosa do ligante asfáltico juntamente com a deformação plástica da estrutura mineral da mistura asfáltica.

Figura 5- Defeito no pavimento asfáltico causado por afundamento por trilha de roda



Fonte: Adaptado de Moura (2010). Acesso em: 15, setembro, 2019.

Bernucci (et al, 2008), classifica o defeito de afundamento por consolidação em trilha de roda na camada asfáltica como uma depressão que ocorreu devido a densificação ou ruptura por cisalhamento das camadas abaixo do revestimento, ou ainda pode ser causado pelo deslocamento da película de asfalto unida ao agregado. O resultado dessa patologia, visivelmente, são as trincas dentro da trilha de roda ou à sua borda. Já a deformação causada pelo afundamento plástico nas trilhas de roda é causado quando ocorre um erro na dosagem da mistura asfáltica, ou uma falha na escolha do tipo mais apropriado de revestimento asfáltico, de acordo com a carga solicitante.

Com relação aos resultados negativos desse defeito no pavimento asfáltico, Moura (2010), acredita que os dois fenômenos mais prejudiciais para a segurança da estrutura do pavimento e do usuário da pista de rolamento são:

- a) Sulcos: gerados pela deterioração permanente nas trilhas de roda, tem como característica aprisionar a direção dos veículos, prejudicando a dirigibilidade na pista;
- b) Viscoplanagem e hidroplanagem: causados pelo acúmulo de água no afundamento na trilha de roda.

2.3.2 Trincamento por Fadiga

Em conformidade com Colombier (1989, apud GONÇALVES, 1999) de forma sucinta, a principal causa do trincamento por fadiga nos pavimentos asfálticos se dá pelas inúmeras passagens das cargas dos veículos, ocasionando a ruptura da camada. Na figura 06, é fácil notar a ruptura do pavimento.

Trichês, Fontes e Júnior (2007), descrevem esse tipo de patologia como a deterioração da estrutura do pavimento causada pela submissão a um estado de tensões e extensões que acontecem repetidas vezes, e que têm como resultado o aparecimento de fissuras na camada asfáltica que evoluem para trincas após uma repetição constante de carregamentos.

Figura 6 - Deterioração do pavimento causada pelo trincamento por fadiga



Fonte: Adaptado de Bernucci et al (2008). Acesso em: 17, setembro, 2019.

Ainda de acordo com Motta e Pinto (1994, apud FERREIRA, 2006) o trincamento por fadiga está associado ao tráfego e as condições ambientais. Ele é causado pelas deformações elásticas resultantes da repetição de tráfego constante. As cargas não são o problema principal que faz chegar na resistência máxima do pavimento, o que causa a deterioração é a repetição delas em grande escala, que causa a ruptura e a sua progressão.

Ferreira (2006), ainda classifica que outra causa dessa patologia pode se dar pela oxidação do ligante da mistura asfáltica juntamente com o intemperismo físico que causa o seu envelhecimento da superfície do pavimento flexível.

As etapas da deterioração do pavimento acontecem na seguinte sequência cronológica: as etapas de deformação começam com as trincas longitudinais isoladas que ocorrem no sentido do tráfego, posteriormente essas trincas se unem com as trincas transversais, que aparecem no mesmo intervalo de tempo que as longitudinais, e formam um reticulado chamado de “couro de jacaré”, é nesse estágio que ocorre a transferência de tensões entre as interfaces das trincas. Contudo, com o decorrer do tempo e a continuidade das cargas de tráfego juntamente com o acúmulo da água da chuva ocorre a erosão dos bordos das placas, que com o tráfego intenso facilmente se deslocam, originando as panelas e buracos (TRICHÊS, FONTES E JÚNIOR, 2007).

2.4 Fresagem do Pavimento

A fresagem a frio, de acordo com o DNIT-ES (159/2011), é o procedimento que realiza um corte ou desgaste de uma ou mais camadas do pavimento asfáltico, através de um processo mecânico realizado a frio. A fresagem possui algumas modalidades: fresagem contínua, fresagem descontínua, fresagem em cunha, fresagem para correção da inclinação do pavimento e fresagem de arremate.

Segundo BRASIL (2006), a máquina fresadora possui a função de retirar o revestimento asfáltico, com o intuito de restaurar o pavimento, através de uma espessura determinada e reestabelecer a declividade transversal. Nesse processo a camada asfáltica é reduzida até um tamanho máximo em uma única operação. O tamanho das partículas retiradas será determinado de acordo com a espessura de corte, da velocidade e direção da rotação do cilindro fresador, do espaçamento e quantidade de dentes da fresadora além da sua velocidade.

De acordo com DNIT-ES (159/2011), é importante ter um controle durante a execução do serviço, para assim, evitar danos futuros ao pavimento. É de extrema importância que a superfície fresada não apresente falhas no corte oriundas de depressões e defeitos nos dentes da fresadora. Com isso, é recomendada a verificação dos seguintes pontos:

- a) Textura enrugada e regular da superfície fresada;
- b) Inexistência de desníveis entre uma passada e outra do equipamento;
- c) Aprumo da superfície (controle da declividade transversal de projeto).

2.5 Geossintéticos como reforço de pavimentos

Compreendidas as principais patologias e defeitos do pavimento flexível, é de suma importância ter conhecimento de como tratar, ou até mesmo prevenir, esses tipos de deterioração na camada asfáltica através de reforços que tenham a função de resistir aos esforços solicitantes das cargas de tráfego, e também de garantir a proteção do subleito.

Segundo Sayão, Sieira e Santos (2009), o método de reforço da superfície do pavimento consiste na aplicação de um elemento que resiste a tração, orientado de forma estratégica, que possua a função de aumentar a resistência e diminuir a

deformabilidade do maciço em questão. Com isso, o comportamento do pavimento é melhorado em virtude da transferência de esforços para esses elementos resistentes, que foram inseridos na estrutura.

Dentre os muitos tipos de reforços, os geossintéticos são os que mais se destacam quando o assunto é reforço da camada asfáltica. Antunes (2008), cita que os geossintéticos são amplamente utilizados em obras de pavimentação. Eles são utilizados com função de: separar os materiais, drenagem, barreiras, filtração e reforço. Como reforço, eles possuem a função de aumentar a capacidade de carga do pavimento, e com isso diminuir as manutenções periódicas, aumentando o tempo de vida, e como principal vantagem a redução da espessura da camada asfáltica.

Want et al. (1994, apud ANTUNES, 2008), explica que o reforço com geossintéticos auxilia positivamente o desempenho do pavimento asfáltico, uma vez que ele absorve as tensões horizontais e reduz a deformação de pico, ou máxima, distribuindo as deformações por uma maior área de alcance.

As principais melhorias em obras de pavimentação que a utilização de geossintéticos proporciona, segundo Sayão, Sieira e Santos (2009), são: evitar deformações no pavimento, que tenham origem na sub-base; prevenir contaminações e com isso perda de capacidade de suporte; diminuir deformações que surjam por causa da sobrecarga na sub-base e com isso o aparecimento de fissuras na superfície do pavimento; reduzir, em até 40%, a espessura da camada granular.

De acordo com a NBR ISO 10318 (ABNT, 2018), os materiais geossintéticos possuem formação têxtil a base de polímeros sintéticos ou naturais que são planos e permeáveis. Eles são classificados em: manta tecido, não-tecido e tricotado. Os geossintéticos tecido são produzidos entrelaçados a partir de fios ou filamentos, no formato de malha quadriculada. Já os não-tecido são produzidos com fibras ou filamentos unidos através de processos mecânicos, térmicos ou químicos e sua disposição de dá de forma aleatória. Por fim, os tricotados possuem a característica de serem compostos por filamentos simplesmente entrelaçados.

Outra classificação comumente utilizada quanto a escolha mais adequada de geossintéticos de acordo com a sua finalidade, segundo Palmeiras (1999, apud ANTUNES 2008), é apresentada na tabela 01, em seguida.

Tabela 1 - Caracterização da função de cada tipo de reforço geossintético

Tipo de Geossintético	Função Característica					
	Reforço	Separação	Drenagem	Filtração	Proteção	Barreira
Geotêxtil Tecido	X	X	X		X	
Geotêxtil Não-Tecido	X	X	X	X	X	
Geogrelha	X					
Georrede			X			
Geodrenos			X	X		
Geomembranas		X				X
Geocélulas	X				X	
Geocompostos	X		X	X	X	X

Fonte: Adaptado de Palmeiras (1999, adup ANTUNES, 2008). Acesso em: 17, setembro, 2019.

2.5.1 Geogrelha

Segundo Antunes (2008), as geogrelhas são materiais planos confeccionados por meio de extrusão em uma ou em duas direções perpendiculares, de forma retangular, que possuem aberturas que variam de 1 a 10 cm, possuindo esse tamanho para que consigam relacionar-se com o material de enchimento.

Figura 7 - Geogrelha utilizada na obra em análise



Fonte: Elaboração própria (2020).

Elas são utilizadas em obras de pavimento asfáltico principalmente em situações: para servir de reforço em construções com solos moles; aumento da vida útil de projeto da estrutura do pavimento; diminuição das deformações permanentes (ANTUNES, 2008).

Maccaferri (2008) classifica as geogrelhas, geossintéticos de alta resistência, de acordo com as principais vantagens de seu uso:

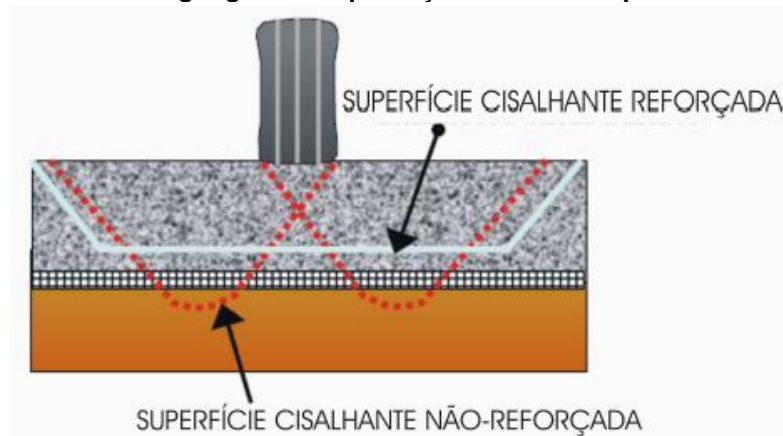
- a) Alta resistência a tração resultando em baixas deformações;
- b) Resistente nas direções longitudinais e transversais;
- c) Elevada resistência aos microrganismos e elementos químicos que estão presentes no solo, assim como aos danos mecânicos decorrentes da instalação e aos raios UV;
- d) Fácil atuação com o solo;
- e) Leve, flexível e simples de instalar.

Kakuda (2005, apud Sayão, Sieira e Santos, 2009) cita que, a utilização de geogrelha com a função de reforço na base do pavimento asfáltico está associado a quatro tipos de mecanismos com comportamentos diferentes: confinamento, separação, inibição dos movimentos laterais e intertravamento. Ele ainda apresenta resultados de pesquisas com o uso de geogrelhas que obtiveram valores de vida útil de projeto elevados em até três vezes, quando comparados aos mesmos projetos, só que sem a utilização desse reforço, além disso, a espessura da camada asfáltica obteve uma redução em torno de 20 a 50%.

De acordo com U.S. Army Corps of Engineers (2003, apud ANTUNES, 2008), existem três funcionalidades adquiridas através da utilização da geogrelha em obras de reforço da estrutura do pavimento asfáltico: (a) aperfeiçoamento na capacidade de carga; (b) O chamado “efeito membrana”; (c) limitação do movimento lateral do solo utilizado no pavimento.

- a) O melhoramento na capacidade de carga da estrutura é adquirido através da maior absorção das cargas solicitantes no pavimento, devido a ação do tráfego, em cima do subleito de estrutura fraca, e que por isso possui uma base reforçada. Na figura 08, a seguir, é ilustrada essa melhoria com a utilização desse reforço. Portanto, acontece uma diminuição das cargas solicitantes no subleito, evitando os recalques solicitantes.

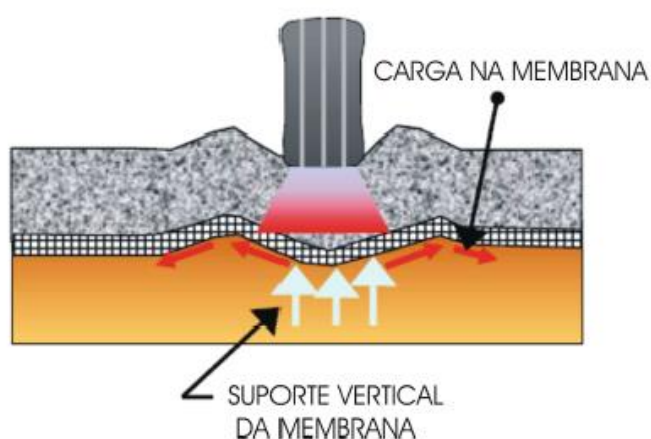
Figura 8 - Uso de geogrelha - Aperfeiçoamento da capacidade de carga



Fonte: Adaptado de U.S. Army Corps of Engineers (2003, apud ANTUNES, 2008).

(b) O mecanismo conhecido como efeito membrana tem por característica aumentar as tensões verticais através de uma membrana que se deforma. A carga solicitante que atua na camada asfáltica tem como resultado a deformação vertical do subleito. Com isso, a geogrelha, que possui a característica de alta rigidez, atua como uma ancoragem e com isso mobiliza os esforços de tração atuantes, fazendo com que ocorra uma diminuição da deformação vertical da estrutura do pavimento. Na figura 09 é possível perceber esse efeito membrana da geogrelha.

Figura 9 - Uso de geogrelha - Efeito Membrana

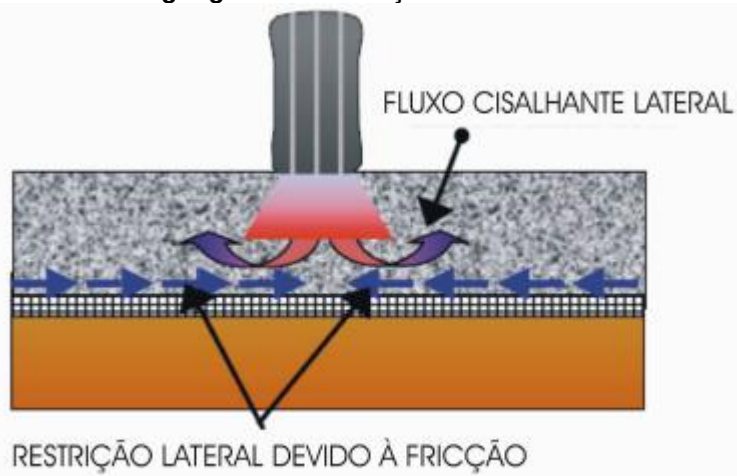


Fonte: Adaptado de U.S. Army Corps of Engineers (2003, apud ANTUNES, 2008).

(c) A restrição lateral nada mais é do que o aprisionamento do material agregado durante o tráfego de veículos, essa característica faz com que o

fluxo lateral do material não aconteça. Esse mecanismo de restrição, e por consequência de aprisionamento do material, faz com que o módulo do material da base aumente, e com isso, acontece uma melhor distribuição das tensões verticais aplicadas no subleito, ao mesmo tempo que reduz as deformações verticais.

Figura 10 - Uso de geogrelha - Limitação do movimento lateral do solo



Fonte: Adaptado de U.S. Army Corps of Engineers (2003, apud ANTUNES, 2008).

a) Aplicação/Cuidados Especiais com Geogrelha

Segundo Ante (2012), um dos principais problemas decorrentes da utilização de geogrelha no reforço asfáltico é a aderência e as juntas de construção. Com isso, sugere-se cuidados especiais na execução do pavimento utilizando esse reforço: deficiências antigas na estrutura devem ser corrigidas para evitar problemas com aderência; superfície deve estar nivelada, evitando a compactação desigual do reforço que pode ocasionar em trintas; reforço precisamente instalado e sem ocorrência de dobras ou rugas, para assim evitar defeitos prematuros decorrentes da movimentação da geogrelha.

De acordo com Carmo (2014), a recomendação é que a geogrelha para reforço da camada asfáltica seja instalada entre as duas camadas de material betuminoso, camada antiga e nova camada, sempre em cima da pintura de ligação com emulsão asfáltica. A superfície que será coberta deve estar limpa e seca, e preparada para a boa aderência das próximas camadas.

Ante (2012) em sua pesquisa, fez uma análise de misturas asfálticas com 4 tipos de geogrelhas. Ele chegou à conclusão que com o uso de geogrelha,

juntamente com a mistura asfáltica, diminuiu os afundamentos da superfície, possibilitando aumentar em até 15 vezes a capacidade da mistura asfáltica.

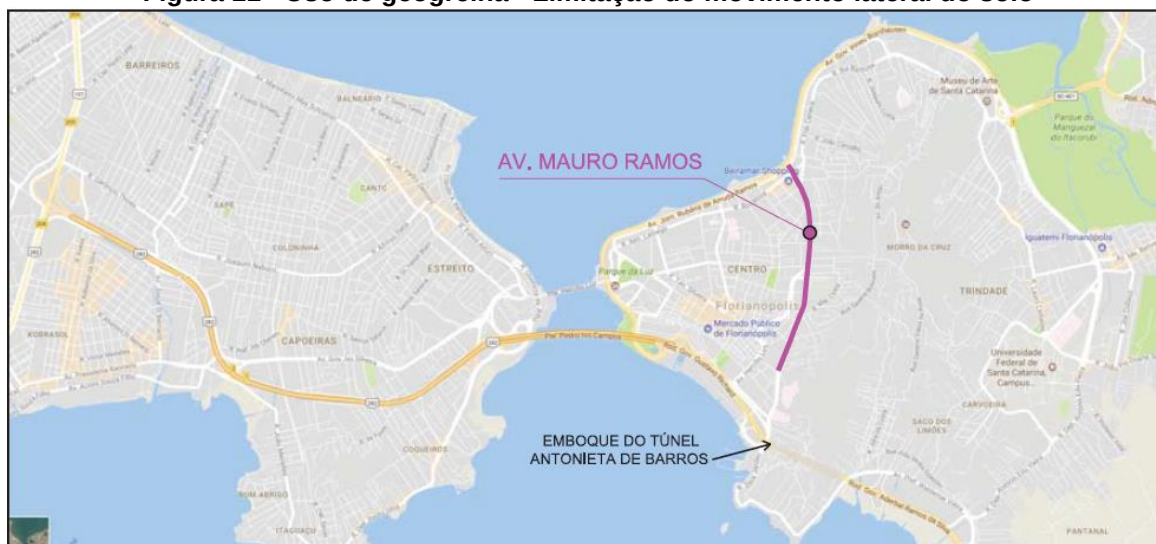
Já Oliveira (2016) partiu de uma análise de quatro casos de pavimentos, três com reforço em malha de geossintético e um sem reforço. Através do software PLAXIS 2D V8, foi realizada uma simulação de esforço de tensões e chegou-se à conclusão que a introdução de uma camada de reforço de geossintético entre as duas camadas de solo, poderia possibilitar a modificação das tensões de cisalhamento no maciço de solo para tensões de tração na malha de geossintético. Assim, essa malha atuaria como uma proteção, limitando a disseminação de tensões para a camada abaixo.

Antunes (2008) fez comparações com relação a pavimentos com reforço com geogrelha, reforço com geotêxtil e sem reforço. Concluiu que, com relação aos deslocamentos superficiais, o pavimento sem reforço apresentou um tempo de vida de utilização bem inferior com relação aos pavimentos reforçados com geogrelha e geotêxtil. Com relação a distribuição de tensões, a medição das tensões normais no interior do pavimento apresentou valor bem superior comparando com os pavimentos reforçados. Já levando em consideração o custo-benefício, em primeiro momento a introdução de geogrelhas como reforço aumentaria o custo da obra em 21,3% e com geotêxtis em 14,2%, porém, o tempo de vida útil do pavimento com reforço supera os custos com a introdução de uma camada de reforço, uma vez que o custo com uma restauração de pavimento é igual ao custo inicial para a introdução de geossintéticos.

3. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A obra em análise localizou-se em Florianópolis - Santa Catarina, mais precisamente no centro da cidade. A via em questão chamasse Avenida Mauro Ramos e possui uma extensão de 2.066,56 m de um lado (faixa dupla) e 2.077,62 m do outro lado (também com faixa dupla). O projeto de restauração dessa via seguiu o plano da prefeitura de melhoramento das pistas de rolamento da cidade, conhecido como “Operação Asfaltaço”. Na figura 11, a seguir, é possível observar a sua localização e disposição no mapa do centro da cidade.

Figura 11 - Uso de geogrelha - Limitação do movimento lateral do solo



Fonte: Adaptado de PROSUL (2019).

De acordo com o Projeto de Qualificação de Vias da Avenida Mauro Ramos elaborado pela Prosul, foi realizado um estudo de tráfego para o conhecimento das condições atuais (o estudo foi realizado em 2015) e futuras que a via apresentava. Foi feita uma projeção de demanda de tráfego, adotando uma taxa de crescimento igual a 3%a.a.

Tabela 2 - Previsão de tráfego para os anos futuros

ANO		PASSEIO +UTILITÁRIO	MOTO	ÔNIBUS		CAMINHÃO			TOTAL
				2C	3C	2C	3C	4C	
2015	(0°)	30.643	2.750	1.013	156	238	66	1	34.867
2016	(0°)	31.562	2.832	1.043	161	245	68	2	35.913
2017	(0°)	32.509	2.917	1.075	165	253	70	2	36.990
2018	(1°)	33.484	3.005	1.107	170	260	72	2	38.100
2019	(2°)	34.488	3.095	1.140	175	268	74	2	39.243
2020	(3°)	35.523	3.188	1.174	181	276	76	2	40.420
2021	(4°)	36.589	3.283	1.210	186	285	79	2	41.633
2022	(5°)	37.686	3.382	1.246	192	293	81	2	42.882
2023	(6°)	38.817	3.483	1.283	197	302	84	2	44.168
2024	(7°)	39.982	3.588	1.322	203	311	86	2	45.493
2025	(8°)	41.181	3.696	1.361	209	320	89	2	46.858
2026	(9°)	42.416	3.806	1.402	216	330	91	2	48.264
2027	(10°)	43.689	3.921	1.444	222	340	94	2	49.712

Fonte: Adaptado de PROSUL (2019).

Posteriormente a análise feita no estudo de tráfego futuro foi elaborada a investigação geotécnica, através do inventário visual do estado da superfície do pavimento e da determinação das deflexões pontuais utilizando o equipamento FWD (Falling Weight Deflectometer), para restauração do pavimento. Prosul (2019), determina que essa investigação possui como finalidade caracterizar o comportamento geo-mecânico e mensurar os materiais existentes no pavimento com a ajuda dos inventários de superfície (inventário visual do estado da superfície do pavimento) e do levantamento deflectométrico. Para a realização do levantamento deflectométrico foram feitas as medidas de deflexões recuperáveis para comparar com a deflexão máxima admissível no topo da estrutura do pavimento. As deflexões recuperáveis foram medidas com o equipamento FWD (Falling Weight Deflectometer - aplica cargas dinâmicas de altura constante no pavimento com o intuito de simular as cargas dos veículos em movimento), com espaçamento de 80 a 80m, intercaladas em relação ao eixo da via. As deflexões recuperáveis descobertas com FWD foram transformadas em deflexões por Viga Benkelman para depois serem comparadas com a deflexão admissível encontrada de acordo com o método do DNIT-PRO (11/1979). Os resultados encontrados então dispostos nas tabelas 03 e 04 a seguir.

Tabela 3 - Valores de deflexões admissíveis

KM INICIAL	KM FINAL	EXTENSÃO (M)	N USACE	DEFLEXÃO ADMISSÍVEL PRO 11/79 (x0,01mm)
0+000	2+066,56	2.066,56	1,24 x 10 ⁷	58
5+000	7+077,62	2.077,62		

Fonte: Adaptado de PROSUL (2019).

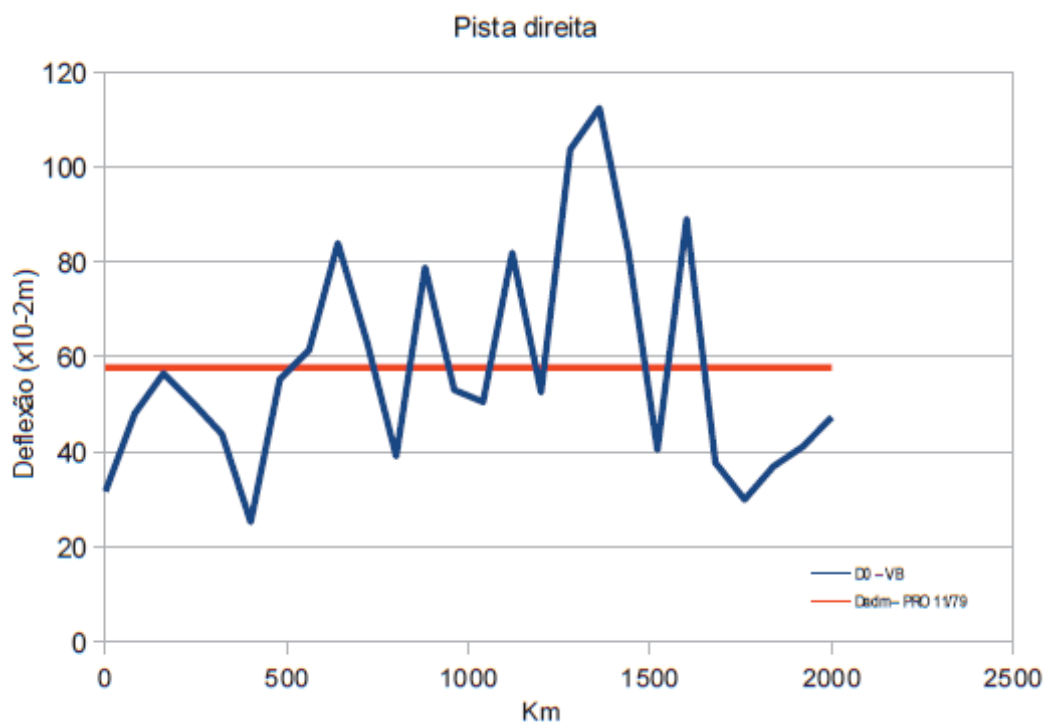
Tabela 4 - Valores deflectométricos

SEGMENTO	D _{MÉDIA} FWD (0,01MM)	DESVIO PADRÃO	D _{CARACTERÍSTICA} VB (0,01MM)	RAIO (M)
0+000 - 2+066,56	47	15	76	278
5+000 - 7+077,62	37	13	60	425

Fonte: Adaptado de PROSUL (2019).

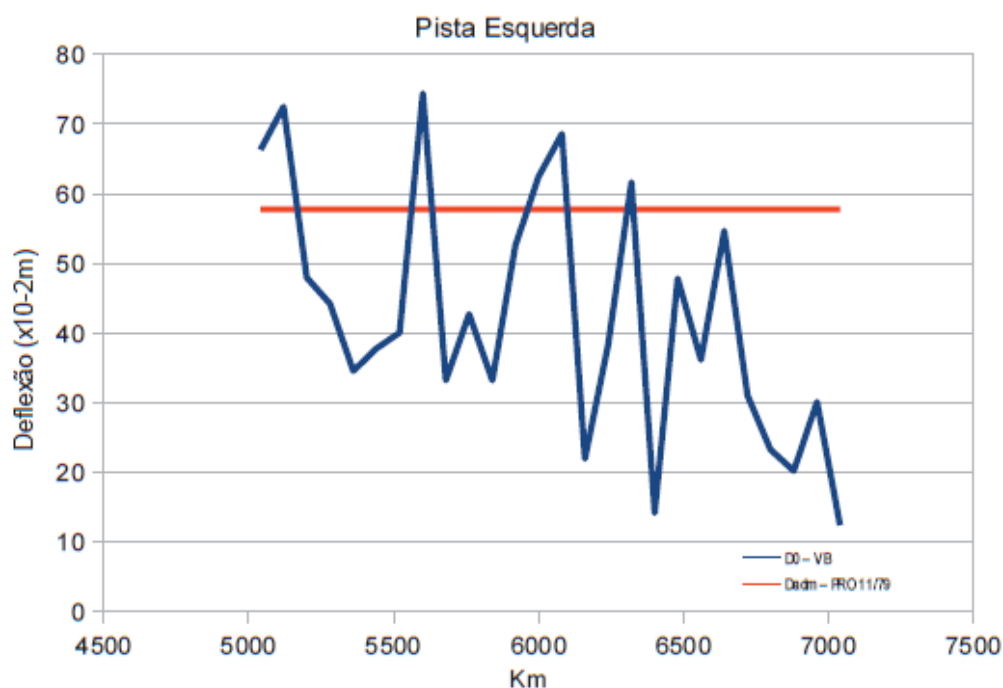
Nota-se que o valor médio de deflexão pela Viga Benkelman encontrado é 22% maior do que a deflexão admissível admitida pelo método do DNIT-PRO (11/1979). Foi encontrado um valor médio para deflexão de 71×10^{-2} mm para toda a via e um raio de 350 m para toda a bacia (PROSUL, 2019). Através do levantamento de toda a via em análise foi gerado o gráfico Deflectométrico da Avenida Mauro Ramos para a pista da esquerda e para a pista da direita, que estão demonstrados nas figuras 12 e 13 na sequência.

Figura 12 - Gráfico Levantamento Deflectométrico da Avenida Mauro Ramos - Pista Direita



Fonte: Adaptado de PROSUL (2019).

Figura 13 - Gráfico Levantamento Deflectométrico da Avenida Mauro Ramos - Pista Esquerda



Fonte: Adaptado de PROSUL (2019).

De acordo com a Prosul (2019), o inventário de superfície foi realizado através do levantamento de superfície do pavimento. Esse levantamento levou em consideração os procedimentos das normas DNIT-PRO (006/2003) (Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos) e DNIT 007/2003 (Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semirrígidos para gerência de pavimentos e estudos de projetos).

Chegou-se à conclusão, através desse levantamento, que na pista da direita existe uma área de 60% com defeito, enquanto na pista da esquerda a área encontrada é de 55%. O defeito com maior incidência foi o de trincamento do tipo FC2 (de acordo com DNIT-PRO (005/2003), são trincas com abertura superior a 1,00 mm e sem erosão nas bordas) e FC3 (de acordo com DNIT-PRO (005/2003), são trincas com abertura superior a 1,00 mm e com erosão nas bordas) (PROSUL, 2019).

Após esses resultados foi realizada a análise da restauração do pavimento existente. A Prosul (2019) justifica que o projeto de restauração do pavimento da via em questão foi dimensionado de acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (IPR-720, 2006).

O procedimento para o dimensionamento da restauração do pavimento seguiu as recomendações de cálculo e os critérios para avaliação estrutural do método DNIT-PRO (11/1979) e obteve-se como resultado os dados da tabela 05, a seguir.

Tabela 5 - Resultados do dimensionamento da espessura de reforço - DNIT-PRO (11/1979)

DIMENSIONAMENTO DO REFORÇO DO PAVIMENTO – DNER-PRO (11/1979)											
SEGMENTO				AVANÇO ESTRUTURAL E FUNCIONAL DO PAVIMENTO			TIPO REVEST.	N	DEFLEXÃO ADMISSÍVEL (x10-2MM)	REFORÇO	
SENTIDO	KM INICIAL	KM FINAL	EXTENSÃO (KM)	DEFLEXÃO VB (X10²MM)	RAIO (M)	%TR				QTD. ESTRUTURAL	H (CM)
Av. Patrício Caldeira de Andrade	0+000	2+067	2066,56	76	278	60,0	CBUQ	1,24E+07	58	REGULAR	5,0
	5+000	7+078	2077,62	60	425	55,0	CBUQ	1,24E+07	58	REGULAR	5,0

Fonte: Adaptado de PROSUL (2019).

A solução final proposta pela Prosul (2019), determinou a fresagem contínua do pavimento juntamente com a recomposição em CBUQ com espessura de 5,0 cm. A orientação é, nos pontos que ocorreram deflexão características muito acima da admissível e/ou locais com surgimento de panelas, executar remendos profundos.

Contudo, após a licitação da obra e o seu início, a empresa responsável pela restauração notou que essa solução proposta não cabia mais para a situação atual que se encontrava a avenida em análise, uma vez que o seu projeto e análise do pavimento foram executados em 2015, e as obras começaram em abril/2019. Através do documento apresentado no anexo 1 desse trabalho, produzido por Martinez (2019), a empresa MJRE Construtora LTDA fez uma solicitação, junto a prefeitura de Florianópolis pelo reforço do pavimento asfáltico nas pistas externas da via, aonde circulam os ônibus urbanos e futuramente passará o corredor de BRT do Anel Viário de Florianópolis.

Notou-se visivelmente uma precária situação da estrutura do pavimento, que segundo Martinez (2019), são fragmentos que resistiram a maiores solicitações de tráfego de veículos pesados, devido a constante passagem de ônibus. Com isso apresentaram afundamentos severos, deformações plásticas e trincamentos e, portanto, em um intervalo de tempo pequeno, possivelmente poderá afetar a nova capa asfáltica aplicada, em virtude do efeito de propagação e reação das trincas

inferiores. Foram realizadas inspeções visuais na avenida Mauro Ramos, aonde foram encontrados e registrados sérios problemas estruturais, que podem ser analisados nas fotos que seguem no anexo 1.

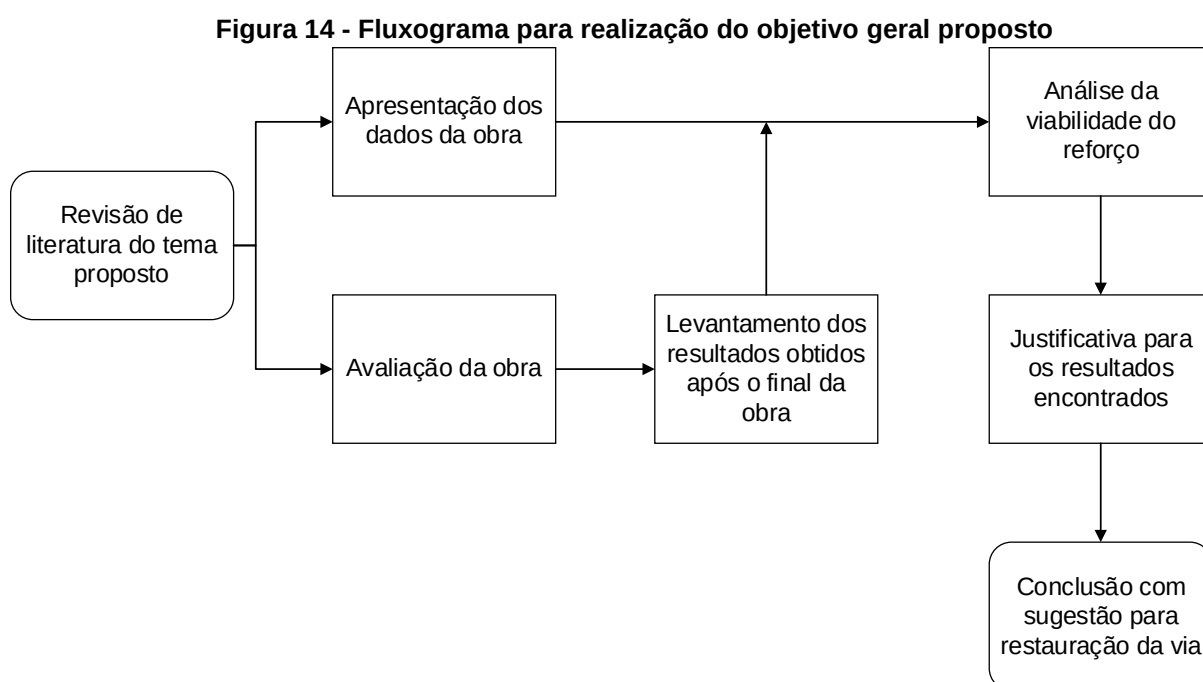
Portanto, ainda de acordo com Martinez (2019), sugeriu-se a aplicação de reforço através de uma manta de geogrelha flexível com malha fixa sem movimento, de abertura de 40x40mm, composta de poliéster de alta tenacidade ou de fibra de vidro revestida com polímero, juntamente com uma manta sem tecido extremamente leve, tendo como resistência 50 KN/m, tanto transversal como longitudinal. Recomendou-se a execução desse reforço a partir de uma fresagem de 7cm de espessura, sendo 2cm acima do previsto em projeto. Após a execução da fresagem realizar uma camada de pintura de ligação, depois uma camada asfáltica de 2cm, novamente a pintura de ligação para depois a aplicação da camada de reforço com geogrelha. Em sequência fazer mais uma pintura de ligação para em seguida colocada a camada final de asfalto de 5cm.

Esse procedimento de recuperação estrutural, segundo a empresa responsável pela realização da restauração da avenida Mauro Ramos, possui como finalidade aumentar a qualidade e vida útil do pavimento.

A seguir, será demonstrado o método de pesquisa que este trabalho acadêmico seguiu para a sua realização.

4. MÉTODO DA PESQUISA

A partir do objetivo principal desse trabalho acadêmico, que é a análise da viabilidade técnica do uso de geogrelha como reforço estrutural em uma obra de restauração do pavimento asfáltico, através dos resultados patológicos encontrados após a entrega da obra, foi feito um fluxograma, apresentado na figura 14, com as etapas a serem seguidas para o cumprimento do mesmo.



Fonte: Elaboração própria (2020).

Após a escolha do tema para a pesquisa do presente trabalho acadêmico, foi realizada uma revisão de literatura com o intuito de explicar os conceitos básicos envolvidos na área de pavimentação. Dentre eles estão: a estrutura do pavimento, os tipos de pavimento, como é o seu funcionamento mecânico, suas principais patologias, o que é a restauração da camada asfáltica do pavimento e como funciona o reforço do pavimento com o uso de geogrelha.

Com o conceito e a importância do tema escolhido bem definidos, efetuou-se a seleção dos dados que determinam e justificam a relevância para a execução da obra. Essas informações foram fornecidas pela empresa responsável pela execução, que ganhou a licitação da prefeitura de Florianópolis/SC. Juntamente com a análise

dos dados fornecidos foi realizado o acompanhamento da execução da obra, desde a liberação do CBUQ na usinagem para a aplicação em campo, a fresagem do pavimento, limpeza da área em execução, pintura de ligação, aplicação e espalhamento da primeira camada asfáltica, uso da geogrelha até a aplicação da última camada de asfalto.

Após a entrega da obra foi efetuado um acompanhamento visual da pista de rolamento, tendo como intenção observar o aparecimento e progresso, caso tenham ocorrido, de patologias no pavimento, como trincamento por fadiga e afundamento por trilho de roda. E com isso, realizou-se um levantamento dos dados coletados em campo, junto com os dados de entrega da obra (fornecidos pela empresa responsável pela execução, como o ensaio de Viga Benkelman) para, assim, realizar a análise crítica da viabilidade desse tipo de reforço para a obra em questão.

Essa análise levou em consideração o estado do revestimento asfáltico após 6 meses da entrega da obra, determinando se a utilização de geogrelha como reforço da estrutura asfáltica foi realmente a adequada solução para o problema exposto no pavimento antes do início da obra. Posterior a essa análise, foram justificadas as alternativas e conclusões que o autor desse trabalho atribuiu como as que melhor se encaixam para esse tipo de obra, situação que se encontrava o pavimento, que gerou a necessidade da restauração da avenida, bem como, sua atual utilização.

5. APRESENTAÇÃO DE DADOS E RESULTADOS

A metodologia do presente trabalho acadêmico possui como finalidade a análise da viabilidade do uso de geogrelha como reforço estrutural na obra de restauração de pavimento flexível, observando a execução da obra e os resultados apresentados após a entrega da mesma, em um período de 6 meses.

Como parte desse trabalho acadêmico, o acompanhamento da obra de restauração da Avenida Mauro Ramos, em Florianópolis/SC, foi realizado com o intuito de averiguar a correta execução do reparo da estrutura do pavimento, com o reforço em geogrelha. A obra teve início no dia 20 de abril de 2019, com locação de canteiro e sinalização, para posteriormente o começo das fresagens e aplicação da nova camada asfáltica. Como orientação e decreto da prefeitura de Florianópolis, toda a área que fosse realizada a fresagem teria que ser restaurada e fechada no mesmo dia, com o intuito de estar liberada para o tráfego de veículos durante o dia. Com isso, os trabalhos foram realizados das 22 horas as 06 horas e divididos em trechos, que seriam recuperados e finalizados no mesmo período.

A obra teve início nas faixas internas que fazem divisão com o canteiro centro da avenida. Como a avenida possui duas faixas de rolagem de cada lado do canteiro, optou-se por trabalhar primeiro com aquelas que não teriam a utilização da geogrelha, uma vez que não sofrem interferência do tráfego pesado de ônibus. Após a conclusão das duas pistas centrais com a fresagem e nova camada de asfalto, se deu início a segunda parte da obra, nas pistas externas da avenida, aonde a geogrelha seria usada como reforço do pavimento asfáltico. Foi realizado o acompanhamento da restauração de um trecho da avenida, para entender como funcionava todo o processo. No dia 19/09/2019 foi feita a visita técnica na usina de asfalto, aonde foi acompanhado o processo de liberação dos caminhões de asfalto necessários para aquele período de trabalho. A conferência e liberação do asfalto levava em consideração a quantidade permitida de material transportado em cada caminhão, a temperatura do asfalto quando saia do silo e a correta fixação da lona no caminhão para proteger e manter a temperatura do asfalto até o destino final.

A temperatura do ligante da mistura asfáltica não pode ser inferior a 107°C e não pode ultrapassar 177°C. Ainda de acordo com a norma, o caminhão para transporte do asfalto tem que ser do tipo basculante com caçamba metálica robusta, limpa, lisa e levemente lubrificada com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico,

ou solução de cal, evitando assim a adesão da mistura na chapa do mesmo. Além disso o caminhão precisa ser coberto com lona de um tamanho suficiente que proteja a mistura das intempéries. Nas figuras 15 é possível analisar conferência da temperatura do asfalto, por volta das 22 horas, e a figura 16 mostra o caminhão sendo carregado.

Figura 15 - Medição da temperatura do asfalto



Fonte: Elaboração própria (2020).

Figura 16 - Carregamento do asfalto no caminhão basculante



Fonte: Elaboração própria (2020).

Já in loco, o trecho que foi feito o reparo do pavimento é preparado para a fresagem. A sinalização e o fechamento do tráfego de veículos são executados afim

de começar a obra. Seguindo o que foi sugerido por Martinez (2019), primeiramente foi feita a fresagem do asfalto existente. Foram retirados 7 cm de espessura da camada asfáltica com uma máquina fresadora que removia 1,0 metros de largura por vez de cada faixa, como a faixa possuía 3,0 m, foram necessárias 3 passagens da máquina pela faixa de rolamento para a retirada completa de todo o asfalto, como é possível notar na figura 17, na sequência.

Conforme era feita a fresagem do pavimento o material retirado era descartado em um caminhão basculante para o devido descarte legal, como nota-se na figura 18.

Figura 17 - Fresagem da camada asfáltica



Fonte: Elaboração própria (2020).

Figura 18 - Fresagem da camada asfáltica sendo depositada no caminhão basculante para descarte



Fonte: Elaboração própria.

Após todo o processo de fresagem foi realizada a limpeza da faixa de rolamento, mais ou menos as 23 horas, com uma mini carregadeira com uma vassoura acoplada na sua extremidade, como mostra a figura 19. Na sequência deu-se início na primeira camada de pintura de ligação para receber a primeira camada de asfalto, de 2 cm. Depois de aplicado o asfalto foi efetuada mais uma camada de pintura de ligação para, posteriormente, ser aplicada a geogrelha. O uso da geogrelha se deu de forma contínua ao longo da faixa de rolamento, sendo apenas posicionada e esticada ao longo da via. Como o rolo da mesma apresentava apenas 1,0 m de largura, foi necessária a aplicação de 3 rolos para preencher todo o trecho restaurado, como é possível notar na figura 20. Com a geogrelha cobrindo toda a faixa foi executada a última camada de pintura de ligação (figura 21) e, logo em seguida a máquina acabadora realizou a aplicação da última camada de asfalto de 5 cm, de acordo com a figura 22. Todo esse processo de constituição da camada asfáltica levava em média 3 horas, terminando nesse dia de acompanhamento as 02 horas da manhã do dia 20/09/2019.

Figura 19 - Limpeza da pista de rolamento após fresagem



Fonte: Elaboração própria (2020).

Figura 20 - Aplicação da geogrelha



Fonte: Elaboração própria (2020).

Figura 21 - Execução da pintura de ligação



Fonte: Elaboração própria (2020).

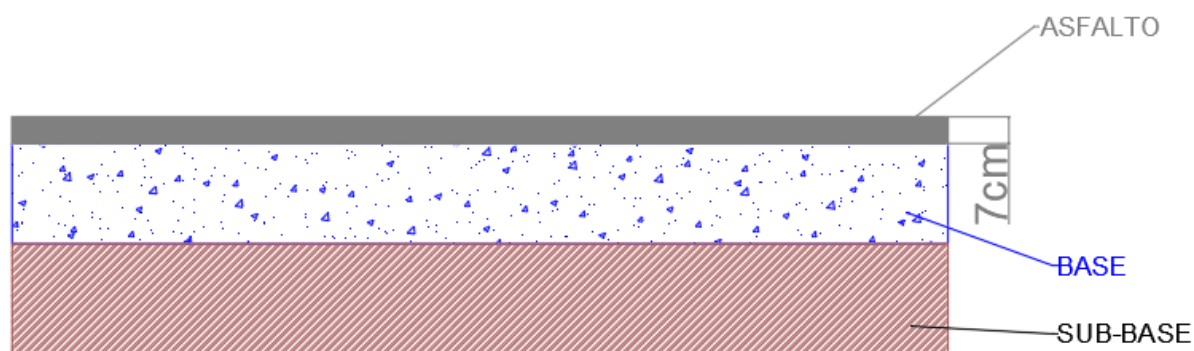
Figura 22 - Acabadora realizando a aplicação da camada asfáltica



Fonte: Elaboração própria (2020).

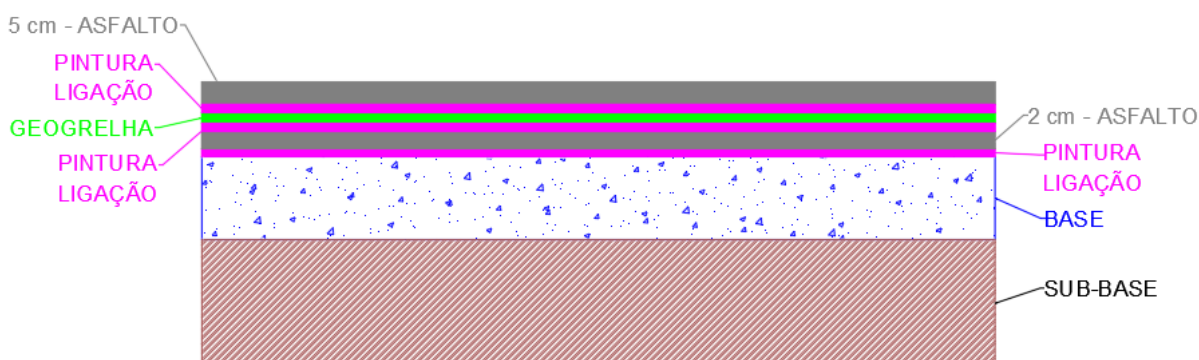
Seguindo o que foi recomendado por Martinez (2019), a obra foi executada de acordo com a ordem de procedimentos citados acima, sempre por trechos, para a liberação do tráfego no dia posterior. Após a execução de todo o processo de reparo das faixas de rolamento da avenida foi realizada a sinalização do trecho com a pintura sobre o asfalto. A restauração da Avenida Mauro Ramos durou entorno de 7 meses, de abril a novembro de 2019, em decorrência do clima instável da região com fortes chuvas, que ocasionou alguns dias de atraso na entrega, uma vez que a mesma estava planejada para ser concretizada em um prazo máximo de 6 meses. Nas figuras 23 e 24, na sequência, é possível notar através no desenho como estava a estrutura asfáltica antes da obra e como ela ficou após a restauração.

Figura 23 - Estrutura do pavimento asfáltico antes da restauração



Fonte: Elaboração própria (2020).

Figura 24 - Estrutura do pavimento asfáltico após a restauração



Fonte: Elaboração própria (2020).

Com a obra finalizada foi realizado o teste de Viga Benkelman, com a intenção de formalizar a liberação da avenida restaurada e entregar a obra. A empresa

que executou a obra, MJRE Construtora LTDA, ficou responsável pela realização dos ensaios e a apresentação do relatório final com os resultados encontrados. Os dados finais do teste mostraram uma grande melhora de desempenho da via após a restauração, porém, não atingiram a deflexão admissível de 58×10^{-2} mm. Entretanto, nas faixas com maior circulação de veículos pesados a deflexão que era de 76×10^{-2} mm apontou uma melhora considerável, apresentando um valor médio de $63,2 \times 10^{-2}$ mm, como pode-se notar na figura 25 logo abaixo, um aumento de funcionalidade de 17,10%. Com isso, a prefeitura de Florianópolis/SC, aceitou a entrega da avenida para a circulação de veículos e o final da obra de restauração da Avenida Mauro Ramos.

A análise da viabilidade do uso de geogrelha como reforço estrutural na restauração da avenida começou logo após a entrega da obra, com a finalidade de entender se a solução encontrada por Martinez (2019) para sanar o problema identificado era de fato a mais adequada para este caso. Para o estudo de caso foi feito um acompanhamento visual do pavimento, com registros fotográficos, com o passar dos dias para averiguar a evolução do desempenho da camada asfáltica junto com a geogrelha em virtude dos esforços solicitantes que recebiam dos veículos pesados que percorriam aquele trecho 24 horas por dia, uma vez que a Avenida Mauro Ramos é uma das vias mais movimentadas da cidade com um alto índice de passagem de transportes coletivos.

Figura 25 - Resultado de deflexão por Viga Benkelman novembro/2020

Rodovia:	AVENIDA MAURO RAMOS - SC				Data:	29/11/2019		Trecho:	SENTIDO BEIRA MAR					
Medições sobre:	CБУQ - CAPA		Trilha:	INTERNA			Constante da Viga:		2,000					
DETERMINAÇÃO DAS DEFLEXÕES PELA VIGA BENKELMAN DNER-ME 024-94														
FAIXA 1					FAIXA 2									
Estaca	Camada	L ₀ 0,01 mm	L _f 0,01 mm	D ₀ 0,01 mm	Estaca	Camada	L ₀ 0,01 mm	L _f 0,01 mm	D ₀ 0,01 mm	Estaca	Camada	L ₀ 0,01 mm	L _f 0,01 mm	D ₀ 0,01 mm
					2+020	CБУQ	500	475	50					
					2+000	CБУQ	500	468	64					
					1+980	CБУQ	500	482	36					
					1+960	CБУQ	500	478	44					
					1+940	CБУQ	500	472	56					
					1+920	CБУQ	500	475	50					
					1+900	CБУQ	500	481	38					
					1+880	CБУQ	500	465	70					
					1+860	CБУQ	500	480	40					
					1+840	CБУQ	500	475	50					
					1+820	CБУQ	500	477	46					
					1+800	CБУQ	500	468	64					
					1+780	CБУQ	500	480	40					
					1+760	CБУQ	500	482	36					
					1+740	CБУQ	500	470	60					
					1+720	CБУQ	500	472	56					
					1+700	CБУQ	500	470	60					
					1+680	CБУQ	500	468	64					
					1+660	CБУQ	500	475	50					
					1+640	CБУQ	500	472	56					
					1+620	CБУQ	500	477	46					
					1+600	CБУQ	500	480	40					
					1+580	CБУQ	500	468	64					
					1+560	CБУQ	500	468	64					
					1+540	CБУQ	500	465	70					
					1+520	CБУQ	500	475	50					
					1+500	CБУQ	500	471	58					

Critério de Aprovação	
N	27
X	52,7
σ _X	10,5
DC	63,2
D _{máx adm.}	

$$D_o = (L_o - L_f) \times K$$

$$D_0 = (L_0 - L_f) \times K$$

Fonte: Adaptado de MJRE (2019).

Em fevereiro/2020 foram detectadas as patologias na avenida, elas apareceram na forma de trincas por escorregamento, chegando a expor a geogrelha utilizada na restauração. Na figura 26, é possível notar o estado de degradação encontrada no revestimento asfáltico após 3 meses de entrega da obra.

Figura 26 - Aparecimento de patologia no pavimento asfáltico após a restauração



Fonte: Elaboração própria (2020).

Esses precoces danos que surgiram na camada asfáltica chamaram a atenção dos condutores de veículos e da população que vive nos arredores da via, uma vez que essas anomalias no pavimento estavam trazendo insegurança e tirando a sensação de bem estar de todos que utilizavam a avenida para locomoção. Essa situação fez a prefeitura entrar em ação, exigindo da empresa que executou a obra a restauração imediata dos pontos que sofreram maior impacto de degradação e posteriormente realizar novos testes de Viga Benkelman, para assim liberar os trechos reparados para a circulação de veículos. Vale ressaltar que esses danos ocorreram nas pistas externas da via (faixa 2, como mostra nos ensaios entregues pela empresa responsável), principalmente do sentido beira mar norte, na frente dos pontos de ônibus, local de maior ponto de frenagem dos veículos pesados. Na figura 27 é apresentado um exemplo de parada de ônibus, na frente do IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina) aonde foram detectados os danos na estrutura asfáltica.

Figura 27 - Ponto de para de ônibus



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

A restauração de todos os pontos começou em fevereiro/2020 terminando em abril/2020 e seguiu as mesmas orientações da prefeitura quanto ao horário permitido de trabalho. Como a estrutura da geogrelha não foi danificada, foi feito o corte da camada asfáltica danificada, realizada uma nova pintura de ligação e aplicada uma nova camada de 2 cm de asfalto. Após o completo reparo foram executados os testes de Viga Benkelman para descobrir se os valores de deflexão encontrados estavam próximos ao valor de deflexão admissível, apresentado pela Prosul (2019). Na figura 28 estão demonstrados os resultados encontrados em um dos pontos restaurados e o valor médio final de deflexão.

Nota-se, comparando com os primeiros valores de deflexão encontrados que houve uma melhora significativa com a diminuição do valor médio de deflexão para a faixa 2 da avenida com um resultado de $59,1 \times 10^{-2}$ mm, muito próximo da deflexão admissível de 58×10^{-2} mm. Apesar do valor encontrado não ser igual ao

valor determinado em projeto, foi aceito o mesmo em virtude dos problemas encontrados in loco e por causa das condições apresentadas para a execução da restauração.

Figura 28 - Resultado de deflexão por Viga Benkelman abril/2020

Rodovia:	AVENIDA MAURO RAMOS - SC			Data:	23/04/2020	Trecho:	CENTRO
Medições sobre:	CBUQ - CAPA	Trilha:	EXTERNA		Constante da Viga:	2,000	

DETERMINAÇÃO DAS DEFLEXÕES PELA VIGA BENKELMAN DNER-ME 024-94

[illegible]

Critério de Aprovação	
N	24
X	49,8
σ_x	9,3
DC	59,1
Dmáx	

$$D_o = (L_o - L_f) \times K$$

Fonte: Adaptado de MJRE (2019).

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

As patologias encontradas no pavimento flexível após 3 meses da entrega da obra de restauração chamaram a atenção pelo precoce desgaste e rápido avanço de estágio, chegando a expor o reforço geossintético. Na figura 29 a seguir é possível notar pontos da avenida antes da restauração, logo após a entrega e como ficou após os 3 meses de uso do pavimento asfáltico. O surgimento desses defeitos pode estar inteiramente ligado ao método de execução das etapas da restauração, do tipo de reforço escolhido para esse tipo de obra e aos fatores climáticos. É importante ressaltar que os danos no pavimento ocorreram exatamente nos locais de maior impacto de frenagem dos veículos pesados, locais esses que foram a justificativa para o reforço do pavimento asfáltico com uso de geogrelha.

Figura 29 - Comparação do revestimento asfáltico



Fonte: Elaboração própria (2020).

A justificativa para o uso da geogrelha é plausível e se encaixa nesse modelo de obra, assim como justifica Martinez (2019) em seu estudo, porém a correta aplicação das camadas de asfalto e pintura de ligação são fundamentais para a correta aderência do reforço geossintético. Oliveira (2016) afirma que de acordo com estudos feitos pelo Centro de Pesquisas de Pavimentos Rodoviários da Bélgica simulando movimentos do substrato através de ensaios, o componente essencial na absorção das tensões geradas no sistema expressa-se na aderência entre a grelha de reforço e o betume da camada superior. Durante a execução da restauração da

avenida observou-se que a análise técnica da correta aplicação e espessura da pintura de ligação não ocorreu por meio da empresa responsável pela execução, um dos fatores que pode ter contribuído para o aparecimento precoce de patologias.

Segundo DNIT (2006), a utilização de geotêxteis em revestimentos de pavimentos flexíveis começa com a execução de uma pintura de ligação no pavimento existente para, na sequência, ser desenrolado o geotêxtil (que é fornecido em forma de bobina pelo fabricante) sobre a pintura. Alguns cuidados essenciais precisam ser tomados nessa etapa para que não aconteça o comprometimento da estrutura, como evitar dobras ou a sobreposição da manta. Ainda de acordo com DNIT (2006) a taxa de aplicação da pintura de ligação é uma condição importante quanto ao desempenho da camada asfáltica. Uma vez que for aplicada em excesso pode permitir o deslocamento da manta, porém quando aplicada em pouca quantidade pode dificultar a aderência do geotêxtil no pavimento. Preferencialmente a pintura de ligação deve ser feita sobre a camada de nivelamento do pavimento e sobre a manta.

Um dos fatores que pode ter contribuído para o aparecimento das patologias no revestimento asfáltico da obra em questão é a correta aplicação da manta de geogrelha, que em alguns casos ocorreu a sobreposição entre uma faixa de rolamento e outra, como pode-se notar na figura 30, além da correta aplicação da camada de pintura de ligação sobre a geogrelha para depois receber a última camada asfáltica.

Figura 30 - Posicionamento da geogrelha na pista de rolamento



De acordo com COLLIN, KINNEY e FU, (1996, apud Oliveira, 2016) os reforços do pavimento flexível utilizando geogrelhas resultam em uma redução de deformações iniciais que geralmente ocorrem a partir das primeiras centenas de cargas antes do fortalecimento do pavimento. É importante levar em consideração o alto fluxo de veículos pesados com alto índice de frenagens consecutivas no mesmo trecho, uma vez que o tráfego de transportes coletivos é consecutivo e intenso. Por isso, nesses locais de frenagem, a utilização da geogrelha não atendeu as expectativas, já que uma das causas do aparecimento repentino e precoce dos danos pode ser o tipo de reforço escolhido para essa situação que apresenta grandes transmissões de tensões, ou até mesmo, o local de aplicação do geotêxtil, acima da linha neutra do pavimento flexível, muito superficialmente, fazendo com que ele não desenvolva o efeito membrana perante os esforços de tração.

Oliveira (2016) acredita que uma falha bastante comum é a utilização de soluções suavizadoras. A escolha por reparações parciais só é viável quando os danos são exibidos pontualmente e prolongam-se apenas às camadas superficiais do pavimento. De outra maneira, se empregadas em situações com defeitos integrais, os trechos perto ao trecho recuperado permanecerão apresentando as mesmas patologias, com o mesmo progresso de estado de evolução e degradação. Portanto, no caso da restauração da avenida Mauro Ramos, o mais correto seria a análise criteriosa e pontual dos locais com maiores impactos de frenagem, como os pontos de ônibus, para que nesses locais fosse executado o reforço e reparo que atendesse aos maiores esforços. Uma alternativa seria a execução, nos locais de parada de ônibus, de pavimentos rígidos. Eles são indicados para locais que recebem esforços repetitivos de grandes cargas.

CNT (2017) acredita que outro fator que pode ser crucial para o desempenho do revestimento asfáltico e o surgimento de patologias são as especificidades climáticas de cada região. No Brasil o método empregado leva em consideração uma variável que representa o efeito do clima no pavimento, porém a mesma apresenta um único valor para toda a extensão territorial brasileira. Com isso, esse valor não representa a realidade climática no dimensionamento dos pavimentos. Na execução da restauração da avenida em análise foi possível notar presencialmente a rápida mudança climática durante o período de execução da restauração, e como os caminhões de asfaltos eram carregados no início da noite, quando o último caminhão era descarregado, muitas vezes quase amanhecendo o dia, por mais que o

asfalto estivesse coberto com uma lona para manter a temperatura, era notória a diferença de temperatura de aplicação comparando com o primeiro caminhão utilizado no dia. Ocorreu o aparecimento de patologias aonde foram despejados os últimos caminhões de massa asfáltica, logo, essa diferença de temperatura de aplicação pode ter prejudicado a correta aderência da última camada de asfalto a manta de geogrelha.

7. CONCLUSÃO

A análise do pavimento flexível da Avenida Mauro Ramos ocorreu nos pontos de parada de ônibus, aonde foram encontradas as patologias na camada de revestimento asfáltico. A patologia com maior incidência e relevância foi a trinca por escorregamento e ela não foi elencada em projeto como possível defeito futuro.

Apesar da solução encontrada para a restauração ter se mostrado favorável, com toda a justificativa pertinente apresentada nesse trabalho, ainda assim, após um curto período de tempo o pavimento apresentou patologias nas faixas externas de rolagem (da direita). As possíveis justificativas variam desde o correto posicionamento do geotêxtil na pista até a temperatura de aplicação da camada asfáltica. A correta execução de todo o trecho restaurado juntamente com a geogrelha possui grande impacto no desempenho do pavimento flexível após a entrega da obra.

Os erros de execução estão diretamente ligados ao aparecimento prematuro e inesperado de patologias. A sobreposição das camadas de geogrelha, assim como a temperatura de aplicação do último caminhão de asfalto contribuíram para o mal desempenho do geotêxtil.

Observando os resultados encontrados após a restauração e posterior a correção das patologias encontradas viu-se a necessidade de um estudo mais detalhado do caso. A solução proposta do uso de geogrelha como um mecanismo de reparo e prevenção das patologias encontradas teria mostrado melhor desempenho se as condições apresentadas no pavimento da avenida não estivessem tão prejudicadas. A maioria dos trechos danificados da faixa externa (direita) dos dois lados da via, onde ocorre um grande fluxo de veículos pesados, apresentavam deformações permanentes da camada asfáltica chegando, em alguns casos, na estrutura da base. Quando isso ocorre o mais correto a se fazer é uma reconstrução dos trechos mais afetados do revestimento, focando na reconstrução da estrutura e na preservação da camada de base do pavimento. Com a correta correção dos trechos mais afetados pelo desgaste, o geotêxtil poderia ser empregado juntamente com a camada asfáltica e, assim, apresentar melhores resultados de desempenho.

REFERÊNCIAS

ANTE, Jaime Rafael Obando. **GEOSSINTÉTICOS COMO REFORÇO DE REVESTIMENTOS EM PAVIMENTAÇÃO**. 2012. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

ANTUNES, Luiz Gustavo de Souza e. **REFORÇO DE PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS COM GEOSSINTÉTICOS**. 2008. 179 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia, Brasília, 2008.

BALDO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2008.

BRASIL. CNT. Confederação Nacional do Transporte. **Somente 12,4% da malha rodoviária brasileira é pavimentada**. 2018. Disponível em: <<https://cnt.org.br/agencia-cnt/somente-12-da-malha-rodoviaria-brasileira-pavimentada>>. Acesso em: 01 nov. 2019.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de pavimentação**. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Histórico do Rodoviarismo**. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/historico/>>. Acesso em: 01 nov. 2019.

CARMO, Cássio Alberto Teoro do. Utilização da Geogrelha HATELIT C na restauração do pavimento da MG-424. **Revista Estradas**, Brasil, v. 19, n. 1, p.55-60, nov. 2014.

Confederação Nacional do Transporte - CNT. **Transporte Rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?**. Brasília: Cnt, 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **011: Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis**. Brasil: Dner, 1979.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **024: Pavimento - determinação das deflexões pela viga Benkelman**. Brasil: Dner, 1994.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **005: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos**. Rio de Janeiro: Dnit, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **006: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos**. Rio de Janeiro: Dnit, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **007: Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos Procedimento**. Rio de Janeiro: Dnit, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **031: Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço**. Es: Dnit, 2006.

FRANCO, Filipe Augusto Cinque de Proença. **MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO MECANÍSTICO-EMPÍRICO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS - SISPAV**. 2007. 318 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

GONÇALVES, Fernando Pugliero. **O Diagnóstico e a Manutenção dos Pavimentos**. Brasil: Notas de Aula, 1999. Color.

MACAFERRI. **Reforço e estabilização de solos: Necessidades e Soluções**. São Paulo: Maccaferri do Brasil, 2008.

MARQUES, Geraldo Luciano de Oliveira. **Pavimentação**. Juiz de Fora: Notas de Aula, 2006. Color.

MORAES, Carla Gonçalves de. **ANÁLISE DE BACIAS DEFLECTOMÉTRICAS OBTIDAS POR 4 EQUIPAMENTOS DO TIPO FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (FWD)**. 2015. 302 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MOURA, Edson de. **Estudo de Deformação Permanente em Trilha de Roda de Mistura Asfáltica em Pista e em Laboratório**. 2010. 299 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

OLIVEIRA, Lorena A. et al. **USO DE GEOSSINTÉTICOS COMO REFORÇO EM ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS**. Journal Of The Brazilian Association Of Agricultural Engineering, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p.546-557, jun. 2016.

OLIVEIRA, M. S. de. **Avaliação do uso de reforço geossintético em pavimentos flexíveis**. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 55 p. 2016.

PROSUL. **Projeto de pavimentação e qualificação de vias**: Trecho: Avenida Mauro Ramos. Florianópolis: Prosul, 2019.

SAYÃO, Alberto; SIEIRA, Ana Cristina; SANTOS, Petrucio. **Reforço de Solos**: Manual Técnico. Jundiaí, São Paulo: Maccaferri do Brasil Ltda, 2009.

SENÇO, Wlastermiller de. **Pavimentação**. 2. ed. São Paulo: Bisordi Ltda, 1979.

SILVA, Fábio Krueger da. **Classificação dos Pavimentos**. Florianópolis: Slide, 2019. 40 slides, color. Notas de Aula.

TRICHÊS, Glicério; FONTES, Liseane P. T. da Luz; MORILHA JÚNIOR, Armando (Org.). **Fadiga dos Revestimentos**. 2019. Disponível em:

<<http://www.grecaasfaltos.com.br/blog/fadiga-dos-revestimentos/>>. Acesso em: 25 out. 2019.

ANEXO

ANEXO 1 – Proposta para alteração da solução da recuperação da estrutura do pavimento das faixas externas da Av. Mauro Ramos

Florianópolis, 04 de julho de 2019.

Ofício nº: 010 - 03/07/2019-557

Recebido 08/07/19

Rodrigo Batschauer

À

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS
Secretaria Municipal de Infraestrutura

A/C Engº Fiscal Rafael Hahne
C/C Engº Fiscal Rodrigo Batschauer

Referente: Contrato 150/SMI/2019 - Pavimentação e Requalificação de vias- Av. Mauro Ramos

Assunto: Proposta para alteração da solução da recuperação da estrutura do pavimento das faixas externas da Av. Mauro Ramos.

Ilmo Senhor,

Cumprimentando-o cordialmente, a MJRE detentora do contrato 150/SMI/2019-Pavimentação e Requalificação de vias, cujo objeto contratual é a execução das Obras de ampliação da rede de drenagem pluvial e a restauração do pavimento da Av. Mauro Ramos, em Florianópolis-SC, **vem através deste**, a partir de conversas com a fiscalização do contrato, propor uma alteração no escopo contratual, em função do aumento da área de pavimento em estado precário nas faixas externas das pistas da avenida, segmento caracterizado pelo corredor de ônibus urbano, conforme descrição à seguir:

- Os trabalhos foram iniciados em Abril /2019. Após locação inicial das intervenções conforme o projeto verificou-se que na ocorrência de defeitos na superfície do pavimento, principalmente nas faixas externas (corredor de ônibus), as áreas que visualmente apresentavam defeitos de trincas e deformações sugerindo troca de solo, eram bem maiores que o previsto em projeto.

th

- Avaliamos que essa diferença se deva ao fato da defasagem de tempo entre a data dos estudos feitos para elaboração do projeto, ano de 2015 até a data da intervenção, ano de 2019, sob influência de tráfego mais pesado.

- Em reunião junto à Secretaria Municipal de Infraestrutura, ficou definido que os trabalhos deveriam ser executados somente nas faixas esquerdas de cada sentido, onde seria seguido o projeto.

- Já foram executados todos os serviços de recuperação do pavimento nas faixas de rolamento da esquerda, relativas as duas faixas internas das pistas, conforme previsto em projeto e atualmente estamos nos restringindo aos serviços de drenagem, até que seja definida a alteração na solução de recuperação das faixas externas(direita).

- O aumento da área da solução de recuperação proposta com os estudos realizados em 2015 associada ao tráfego atual geraria imensos transtornos aos usuários das vias.

- Nossa sugestão consiste na aplicação de reforço através de uma manta de geogrelha flexível de poliéster de alta tenacidade ou de fibra de vidro revestida com polímero, combinado com manta não tecida ultra leve, em forma de grelha, com abertura de malha de 40x40 mm, malha fixa sem movimentação resistência de 50KN/m, transversal e longitudinal.

Para a execução deste reforço, será necessário acréscimo da espessura da fresagem para 7,0 cm, sendo 2,0 cm acima do previsto. Após esta etapa será executada uma pintura de ligação, camada asfáltica de 2,0 cm, diretamente sobre a superfície fresada, preparando-a para nova pintura de ligação e aplicação em toda a área do reforço. Finalmente para conclusão do pavimento será aplicado uma camada final de 5,0 cm de massa alfáltica.

Na inspeção realizada, foi constatado não ser viável aplicar o reforço de forma descontínua, porque os segmentos em melhor estado não são

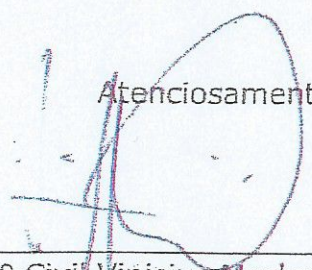
representativos, e deixariam pontos mais vulneráveis a um desgaste precoce.

Deve se levar em consideração que esta solução refletirá num menor impacto ao tráfego local, tendo em vista os transtornos que uma recuperação total da via geraria.

- Em anexo encaminhamos os custos e reflexos financeiros ao contrato, para adequação da solução técnica para recuperação do pavimento existente.

Outrossim, aguardamos a definição do exposto visando a continuidade do contrato e aproveitamos a oportunidade para renovar os votos de elevada estima e distinta consideração.

Atenciosamente,



Engº Civil Vinicius Machado Martinez

ANEXOS:

- 01) - Levantamento de campo das condições do pavimento;
- 02) - Relatório fotográfico;
- 03) - Planilha de quantidades a serem acrescidas e memória de cálculo;
- 04) - Composições/cálculo de preços unitários/referência SICRO;

ANEXO - 01**LEVANTAMENTO DO PAVIMENTO - MAURO RAMOS**

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	INICIAL (KM)	FINAL (KM)	EXTENSÃO (M)	LARGURA (M)	ÁREA (M ²)
PISTA DIREITA					
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	0+000	0+050	50	3,4	170
TRECHO COM TRINCAMENTO LEVE	0+050	0+080	30	3,4	102
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	0+080	0+107	27	3,4	91,8
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	0+107	0+133	26	3,4	88,4
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	0+133	0+160	27	3,4	91,8
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	0+160	0+196	36	3,4	122,4
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	0+196	0+287	91	3,4	309,4
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	0+287	0+680	393	3,4	1336,2
TRECHO COM TRINCAMENTO LEVE	0+680	0+710	30	3,4	102
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	0+710	0+980	270	3,4	918
TRECHO COM TRINCAMENTO LEVE	0+980	1+060	80	3,4	272
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	1+060	1+092	32	3,4	108,8
TRECHO COM TRINCAMENTO LEVE	1+092	1+110	18	3,4	61,2
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	1+110	1+214	104	3,4	353,6
TRECHO COM TRINCAMENTO LEVE	1+214	1+320	106	3,4	360,4
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	1+320	1+400	80	3,4	272
TRECHO COM TRINCAMENTO LEVE	1+400	1+802	402	3,4	1366,8
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	1+802	2+066	264	3,4	897,6
					0
PISTA ESQUERDA					0
TRECHO COM TRINCAMENTO LEVE	5+000	5+130	130,00	3,40	442,00
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	5+130	5+160	30,00	3,40	102,00
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	5+160	5+188	28,00	3,40	95,20
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	5+188	5+300	112,00	3,40	380,80
TRECHO COM TRINCAMENTO LEVE	5+300	5+580	280,00	3,40	952,00
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	5+580	5+670	90,00	3,40	306,00
TRECHO COM TRINCAMENTO LEVE	5+670	6+050	380,00	3,40	1.292,00
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	6+050	6+105	55,00	3,40	187,00
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	6+105	6+120	15,00	3,40	51,00
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	6+120	6+165	45,00	3,40	153,00
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	6+165	6+315	150,00	3,40	510,00
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	6+315	6+352	37,00	3,40	125,80
TRECHO COM TRINCAMENTO LEVE	6+352	6+530	178,00	3,40	605,20
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	5+530	6+720	190,00	3,40	646,00
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO	6+720	7+077	346,00	3,40	1.176,40
TOTAL					
TRECHO COM TRINCAMENTO SEVERO (m2)					8.493,20
TRECHO COM TRINCAMENTO LEVE (m2)					5.555,60

ANEXO - 02

RELATÓRIO FOTOGRAFICO



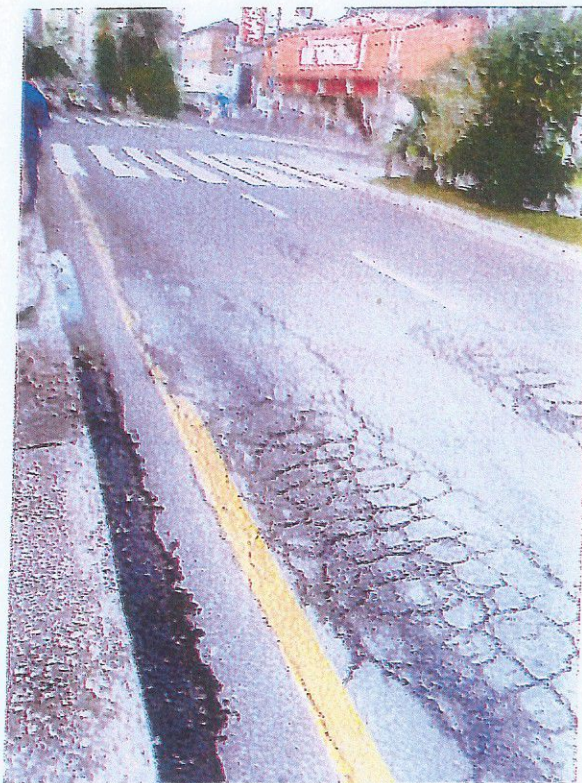
MJRE
CONSTRUTORA

MJRE CONSTRUTORA LTDA

Rua Baldraco, 179, Cachambi, Rio de Janeiro, RJ

CEP 20.780-220 - Tel.: (21) 2501-0353

e-mail: mjre@mjre.com.br



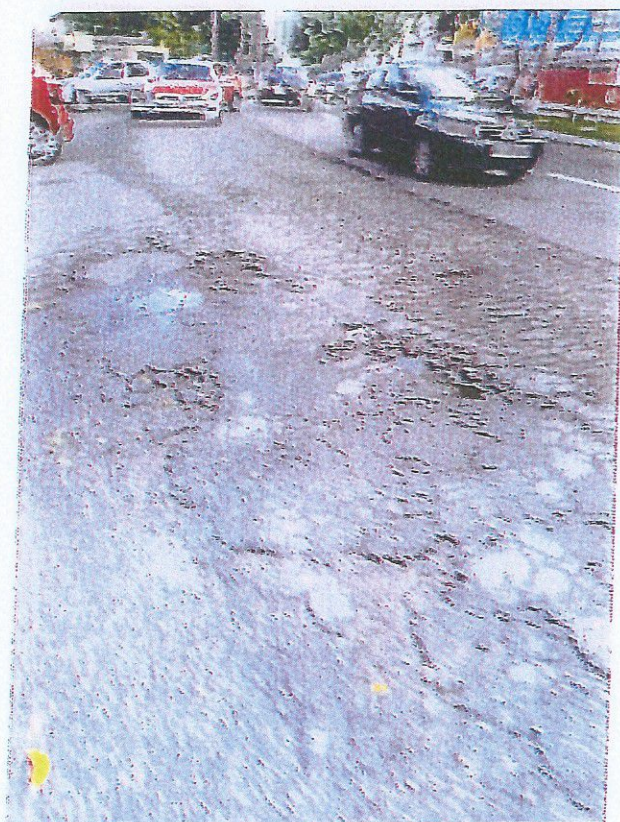
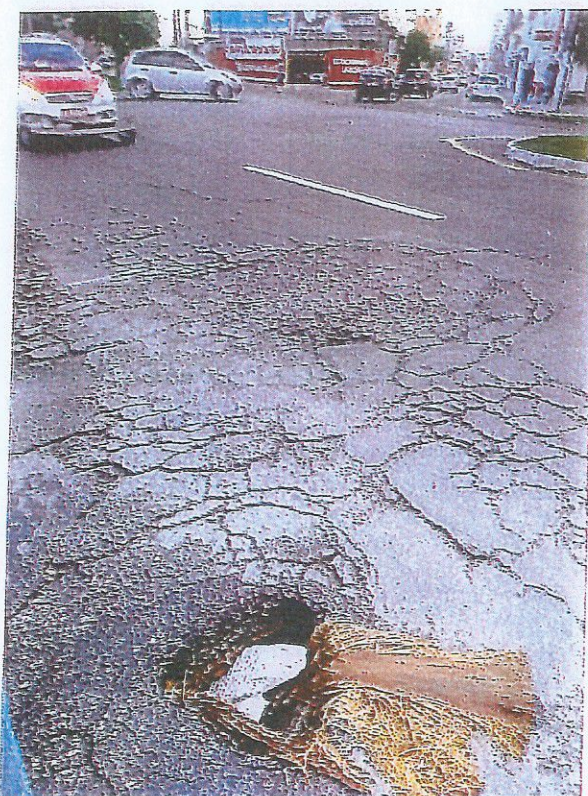
MJRE
CONSTRUTORA

MJRE CONSTRUTORA LTDA

Rua Baldraco, 179, Cachambi, Rio de Janeiro, RJ

CEP 20.780-220 - Tel.: (21) 2501-0353

e-mail: mjre@mjre.com.br



MJRE
CONSTRUTORA

MJRE CONSTRUTORA LTDA

Rua Baldraco, 179, Cachambi, Rio de Janeiro, RJ

CEP 20.780-220 - Tel.: (21) 2501-0353

e-mail: mjre@mjre.com.br





ANEXO 3 - 1ª REVISÃO DE PROJETO CC 557

Referente: Projeto de Pavimentação e Qualificação de Vias Av. Mauro Ramos - Extensão (km): 2,08
Trecho: Av. Mauro Ramos
Extensão (km): 2,08
Mês Básico de Referência:

CONTRATO
150/SM/2019

Período:

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	DMT (km)	UND.	QUANT. PROJETO	QUANT. 1ª REVISÃO	REFLEXO	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	BDI (%)	PREÇO UNITÁRIO - C/BDI (R\$)	PREÇO DO SERVIÇO (R\$)	VALOR 1ª REVISÃO	REFLEXO
A		A - SERVIÇOS PRELIMINARES											24,00%
A.1	74209/001A	INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO											
A.1.1		Placa de obra em chapa de aço galvanizado - inclusive transporte											
A.1.2		Instalação e manutenção do canteiro		m2	10,00								
A.2		MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO		%	100,00								
A.2.1		Mobilização e Desmobilização		%	100,00								
A.3		ADMINISTRAÇÃO LOCAL		%	100,00								
A.3.1		Administração local		%	100,00								
A.4		SINALIZAÇÃO DE OBRAS		%	100,00								
A.4.1	5213570	Fornecimento e implantação de placa em aço - película 1 x 1		m2	5,60								
A.4.2	5216111	Fornecimento e implantação de suporte e travessa para placa de sinalização em madeira de lei tratada 8 x 8 cm - exclusivo concreto		und	6,00								
A.4.3	85424	Isolamento de obra com tela plástica com malha de 5mm e estrutura de madeira pontalética		m2	1.239,00								
A.4.4	13244	Cone de sinalização em PVC rígido com faixa refletiva, 11 x 70/76cm		und	120,00								
A.4.5	37526	Saco de refúgio para entulho, novo, liso (60x90cm)		und	12,00								
A.4.6	370	Área média - posto jazida/fornecedor (sem transporte)		m3	0,30								
A.4.6.1	99875	Transporte com caminhão basculante 10m3, em via urbana pavimentada, DMT até 30km		m3xkm	8,90								
A.4.7	SIN-07	Fornecimento de tambor plástico		und	1,00								
A.4.8	SIN-11	Fornecimento de placa de advertência para cone, barril e cavaletes		und	1,00								
A.4.9	5213387	Barreira de sinalização tipo III de direcionamento ou bloqueio - utilização de 10 vezes		und	1,00								
A.4.10	89252	Auxiliar de serviços gerais com encargos complementares		und	1,00								
A.4.11		Suporte para placas em concreto 40x40x15cm		h	528,00								
A.4.11.1	96536	Fabricação, montagem e desmontagem de forma para viga baldrame, em madeira serrada E=25mm, 4 utilizações		und	5,00								
A.4.11.2	94953A	Concreto fck = 15MPa, traço 1:3:4:3:5 (cimento/areia/brita) - preparo mecânico com betoneira 400l - inclusive transporte		m2	2,40								
I		I - SERVIÇOS											
I.1	72942	PAVIMENTAÇÃO - SERVIÇOS MELHORIAS											
I.1.1	93176	Platô de ligação com Emulso RT-1C		m2	32.770,00								
I.1.1.1		Transporte de material asfáltico, com caminhão capacidade 3000l em rodovia pavimentada para distâncias médias de transporte superiores a 100km		tkm	5.144,90								
I.2	95995	Construção de pavimento com aplicação de concreto betuminoso ushado a quente (CBUQ), camada rolamento, com espessura 5,0cm, exclusive transporte		m3	1.640,00								
I.2.1	72891	Carga, manobra e descarga de mistura betuminosa a quente, com caminhão basculante, descarga em vibro-acabadora		m3	1.640,00								
I.2.2	95303	Transporte com caminhão basculante 10m3 de massa asfáltica para pavimentação urbana		m3xkm	22.632,00								
2		RECUPERAÇÃO DE DISPOSITIVOS DRENAGEM											
2.1	94963A	Concreto fck = 15MPa, traço 1:3:4:3:5 (cimento/areia/brita) - preparo mecânico com betoneira 400l - inclusive transporte		m3	43,50								
2.2	96536	Fabricação, montagem e desmontagem de forma para viga baldrame, em madeira serrada E=25mm, 4 utilizações		m2	131,00								
2.3	93375	Reaterro mecanizado de vala com retroscavadeira, largura de 0,8 a 1,5m, profundidade de até 1,5m com solo de 1ª categoria		m3	1.873,70								
2.4	90100	Escavação mecanizada vala com prof. 1,5m com retroscavadeira em solo de 1ª categoria		m3	2.117,60								
2.5	2003642	Caixa de ligação e passagem - CLP 01 - areia e brita comerciais		und	1,00								
2.6	2003646	Caixa de ligação e passagem - CLP 03 - areia e brita comerciais		und	1,00								
2.7	2003650	Caixa de ligação e passagem - CLP 05 - areia e brita comerciais		und	1,00								
2.8	92219A	Tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro 400mm, junta rígida - fornecimento e assentamento		m	638,00								
2.9	92221A	Tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro 600mm, junta rígida - fornecimento e assentamento		m	239,00								
2.10	2003850	Lastro de brita comercial		m3	95,90								

2.11	94273A	Assestamento de guia (inelo-lo) em trecho reto, confeccionada em concreto pré-fabricado, dimensões 100x5x13x30cm, para vias urbanas - inclusive transporte	m	1.245,00	1.245,00	-	R\$	39,75	25,36%	R\$	49,83	R\$	62,038,35	R\$	62,038,35	R\$	-
2.12	94275A	Assestamento de guia (inelo-lo) em trecho reto, confeccionada em concreto pré-fabricado, dimensões 100x5x13x30cm, para urbanização interna de empreendimentos - inclusive transporte	m	676,00	676,00	-	R\$	37,58	25,36%	R\$	47,11	R\$	31,846,36	R\$	31,846,36	R\$	-
2.13	OC-06c	Corte de pavimentação asfáltica e concreto com espessura até 0,10m	m	1.921,00	1.921,00	-	R\$	25,7	25,36%	R\$	3,22	R\$	6,105,62	R\$	6,105,62	R\$	-
2.14	85335A	Caixa coletora com grelha de ferro fundido PMCG 01 D=0,40m H=1,00m	m	1.245,00	1.245,00	-	R\$	10,51	25,36%	R\$	13,17	R\$	16,396,65	R\$	16,396,65	R\$	-
2.15	DRE-01	Caixa coletora com grelha de ferro fundido PMCG 02 D=0,40m H=1,50m	und	9,00	9,00	-	R\$	1.311,46	25,36%	R\$	1.644,04	R\$	14,796,36	R\$	14,796,36	R\$	-
2.16	DRE-02	Caixa coletora com grelha de ferro fundido PMCG 03 D=0,60m H=1,50m	und	9,00	9,00	-	R\$	1.482,04	25,36%	R\$	1.857,88	R\$	16,720,92	R\$	16,720,92	R\$	-
2.17	DRE-03	Caixa coletora com grelha de ferro fundido PMCG 04 D=0,60m H=2,00m	und	5,00	5,00	-	R\$	1.399,70	25,36%	R\$	1.754,66	R\$	8,773,30	R\$	8,773,30	R\$	-
2.18	30704	Demolição mecânica de concreto simples	und	1,00	1,00	-	R\$	1.717,60	25,36%	R\$	2.153,18	R\$	2,153,18	R\$	2,153,18	R\$	-
2.19	95875	Transporte com caminhão basculante 10m3, em via urbana pavimentada, DMT até 30km	m3	1,00	1,00	-	R\$	207,82	25,36%	R\$	269,52	R\$	269,52	R\$	269,52	R\$	-
2.19.1	TAXA	Taxa para recebimento de materiais/entulho (derivados de construção civil)	m3xkm	14,40	14,40	14,4	R\$	1,11	25,36%	R\$	1,39	R\$	20,01	R\$	20,01	R\$	-
2.22	94038	Escoramento de vala, tipo pontaleamento, com profundidade de 0 a 1,5m	m3	1,00	1,00	-	R\$	17,64	18,38%	R\$	20,88	R\$	20,88	R\$	20,88	R\$	-
2.23	83716	Instalação	m2	2.993,00	2.993,00	-	R\$	32,50	25,36%	R\$	40,74	R\$	97,490,82	R\$	97,490,82	R\$	-
2.24	96536	Tampas de caixas coletoras	und	6,00	6,00	-	R\$	351,95	25,36%	R\$	441,20	R\$	2,647,20	R\$	2,647,20	R\$	-
2.24.1	96536	Fabricação, montagem e desmontagem de forma para viga baldrame, em madeira serrada E=25mm, 4 utilizações	und	3,00	3,00	-	R\$	67,70	25,36%	R\$	84,86	R\$	1,063,05	R\$	1,063,05	R\$	-
2.24.2	94965A	Concreto fck = 25MPa, traço 1:2,3:2,7 (cimento/areia/brita) - preparo mecânico com betoneira 400l - inclusive transporte	m2	4,10	4,10	-	R\$	362,72	25,36%	R\$	454,70	R\$	636,58	R\$	636,58	R\$	-
2.24.3	85662	Armação em tela de aço soldada nervurada, aço CA-60, 4,2mm, malha 15x15cm	m3	1,40	1,40	-	R\$	10,73	25,36%	R\$	13,45	R\$	79,35	R\$	79,35	R\$	-
3	71947	SHALIZAÇÃO DEFINITIVA	m2	5,90	5,90	-	R\$	23,28	25,36%	R\$	29,18	R\$	96,410,72	R\$	96,410,72	R\$	-
3.1	5213359	Shallização horizontal com linha retrorefletiva a base de resina acrílica com microesferas de vidro	m2	3.304,00	3.304,00	-	R\$	15,75	25,36%	R\$	19,74	R\$	38,038,98	R\$	38,038,98	R\$	-
3.2	5213361	Tachão reflexivo monodirecional - fornecimento e colocação	und	1.927,00	1.927,00	-	R\$	36,62	25,36%	R\$	45,90	R\$	3,809,70	R\$	3,809,70	R\$	-
3.3	5213362	Tachão reflexivo bidirecional - fornecimento e colocação	und	12,00	12,00	-	R\$	38,48	25,36%	R\$	48,23	R\$	1,543,36	R\$	1,543,36	R\$	-
3.4	5213363	Fornecimento e implantação de placa de regulamentação em aço D = 0,60 m - película retrorefletiva tipo I e SI	und	50,00	50,00	-	R\$	254,49	25,36%	R\$	319,02	R\$	15,951,00	R\$	15,951,00	R\$	-
3.5	5213400	Fornecimento e implantação de suporte metálico galvanizado para placa de regulamentação - P = 0,60 m	und	50,00	50,00	-	R\$	200,18	25,36%	R\$	250,94	R\$	12,547,00	R\$	12,547,00	R\$	-
3.6	5213401	Fornecimento e implantação de placa de regulamentação em aço, R1 lado 0,248 m - película retrorefletiva tipo I e SI	und	7,00	7,00	-	R\$	265,32	25,36%	R\$	332,60	R\$	2,328,20	R\$	2,328,20	R\$	-
3.7	5213444	Fornecimento e implantação de suporte metálico galvanizado para placa de regulamentação - R1 - lado de 0,248 m	und	44,00	44,00	-	R\$	214,84	25,36%	R\$	269,32	R\$	1,885,24	R\$	1,885,24	R\$	-
3.8	5213464	Fornecimento e implantação de placa de advertência em aço, lado de 0,60 m - película retrorefletiva tipo I e SI	und	44,00	44,00	-	R\$	313,29	25,36%	R\$	392,74	R\$	17,280,56	R\$	17,280,56	R\$	-
3.9	5213570	Fornecimento e implantação de suporte metálico galvanizado para placa de advertência - lado de 1,20 m	und	44,00	44,00	-	R\$	252,48	25,36%	R\$	316,50	R\$	13,926,00	R\$	13,926,00	R\$	-
3.10	5213866	Fornecimento e implantação de suporte metálico galvanizado para placa de advertência - lado de 1,20 m	m2	8,00	8,00	-	R\$	268,29	25,36%	R\$	336,32	R\$	2,690,56	R\$	2,690,56	R\$	-
3.11	5213863	Remoção de placa de sinalização	und	8,00	8,00	-	R\$	349,83	25,36%	R\$	438,54	R\$	3,508,32	R\$	3,508,32	R\$	-
3.12	5213570	Demolição mecânica de concreto simples	m2	0,30	0,30	-	R\$	15,66	25,36%	R\$	19,63	R\$	5,98	R\$	5,98	R\$	-
3.13	5213866	Transporte com caminhão basculante 10m3, em via urbana pavimentada, DMT até 30km	m3	342,40	342,40	14,4	R\$	207,82	25,36%	R\$	260,52	R\$	306,545,94	R\$	306,545,94	R\$	-
3.14	5213864	Taxa para recebimento de materiais/entulho (derivados de construção civil)	m3xkm	4.930,60	4.930,60	-	R\$	1,11	25,36%	R\$	1,39	R\$	89,202,04	R\$	89,202,05	R\$	-
4	30704	Demolição mecânica de concreto simples	m2	0,30	0,30	-	R\$	17,64	18,38%	R\$	20,88	R\$	6,953,53	R\$	6,953,53	R\$	-
4.1	95875	Transporte com caminhão basculante 10m3, em via urbana pavimentada, DMT até 30km	m3	331,50	331,50	-	R\$	16,35	25,36%	R\$	20,49	R\$	2,663,70	R\$	2,663,70	R\$	-
4.1.1	TAXA	Taxa para recebimento de materiais/entulho (derivados de construção civil)	m3	5.136,40	5.136,40	5,6	R\$	1,11	25,36%	R\$	1,39	R\$	101,19	R\$	101,19	R\$	-
4.1.2	97635	Demolição de pavimento intertravado, de forma manual, com reaproveitamento	m2	130,00	130,00	-	R\$	253,28	18,38%	R\$	299,83	R\$	99,393,64	R\$	99,393,65	R\$	-
4.2	95875	Transporte com caminhão basculante 10m3, em via urbana pavimentada, DMT até 30km	m3	72,80	72,80	-	R\$	67,70	25,36%	R\$	84,86	R\$	28,131,09	R\$	28,131,09	R\$	-
4.3	1524	Calçada em lastro de brita e revestimento em concreto	m2	331,50	331,50	14,1	R\$	66,07	25,36%	R\$	82,82	R\$	18,949,21	R\$	18,949,22	R\$	-
4.3.1	1524	Concreto usinado bombeável, classe resistência C20, com brita 0 e 1, slump = 100+/	m2	331,50	331,50	-	R\$	1,11	25,36%	R\$	1,39	R\$	4,484,27	R\$	4,484,28	R\$	-
4.3.2	96536	Fabricação, montagem e desmontagem de forma para viga baldrame, em madeira serrada E=25mm, 4 utilizações	m3	210,40	210,40	-	R\$	4,49	25,36%	R\$	5,62	R\$	1,187,44	R\$	1,187,45	R\$	-
4.3.3	2003850	Lastro de brita comercial	m3	4,00	4,00	-	R\$	11,17	18,38%	R\$	13,22	R\$	52,86	R\$	52,88	R\$	-
4.3.3.1	95875	Transporte com caminhão basculante 10m3, em via urbana pavimentada, DMT até 30km	m3xkm	133,20	133,20	33,3	R\$	0,78	25,36%	R\$	0,97	R\$	129,20	R\$	129,20	R\$	-
4.3.4	74005/001	Compactação mecânica, sem controle de GC/c/ compactador placa 400kg	m3	14,40	14,40	3,6	R\$	1,68	25,36%	R\$	2,10	R\$	30,24	R\$	30,24	R\$	-
4.3.5	6079	Argila, argila vermelha ou argila arenosa (refeita na lazilha, sem transporte)	m3	2.557,50	2.557,50	-	R\$	6,83	25,36%	R\$	8,56	R\$	21,892,20	R\$	21,892,20	R\$	-
4.3.5.1	93950	Transporte com caminhão basculante 10m3, em via urbana pavimentada, DMT acima 30km	m3xkm	2.318,60	2.318,60	-	R\$	2,57	25,36%	R\$	3,22	R\$	7,465,89	R\$	7,465,89	R\$	-
4.3.5.2	97913	Transporte com caminhão basculante 6m3, em via urbana em revestimento privativo	m3xkm	14,40	14,40	-	R\$	1,68	25,36%	R\$	2,10	R\$	30,24	R\$	30,24	R\$	-
4.3.6	73994/001	Armação em tela de aço soldada Q-138, aço CA-60, 4,2mm, malha 10x10cm	kg	2.557,50	2.557,50	-	R\$	6,83	25,36%	R\$	8,56	R\$	21,892,20	R\$	21,892,20	R\$	-
4.3.7	OC-06c	Corte de pavimentação asfáltica e concreto com espessura até 0,10m	m	2.318,60	2.318,60	-	R\$	2,57	25,36%	R\$	3,22	R\$	7,465,89	R\$	7,465,89	R\$	-

4.3.8	OC-07	Aquisição e assentamento de piso concreto placa tipo produzível (direcional e alerta)	45x45cm	m2	1.087,20	1.087,20	-	R\$	69,99	25,36%	R\$	87,73	R\$	95.300,05	R\$	95.380,06	R\$	-
4.4	OC-06c	Nivelamento de calças		und	56,00	56,00	-	R\$			R\$		R\$	3.405,06	R\$	3.405,07	R\$	-
4.4.1		Corte de pavimentação asfáltica e concreto com espessura até 0,10m		m	224,00	224,00	-	R\$	2,57	25,36%	R\$	3,22	R\$	721,28	R\$	721,28	R\$	-
4.4.2	91905A	Concreto fck = 25MPa, traço 1:2,3:2,7 (cimento/areia/brita) – preparo mediante com betoneira 400l – inclusive transporte		m3	4,10	4,10	-	R\$	362,72	25,36%	R\$	454,70	R\$	1.864,27	R\$	1.864,27	R\$	-
4.4.3	56536	Fabricação, montagem e desmontagem de forma para viga baldrame, em madeira serrada E=25mm, 4 utilizações		m2	10,60	10,60	-	R\$	67,70	25,36%	R\$	84,86	R\$	899,51	R\$	899,52	R\$	-
5		PAVIMENTAÇÃO – SERVIÇOS REMOÇÕES																
5.1	96396	Execução e compactação de base e ou sub-base com brita graduada simples – exclusiva carga e transporte		m3	500,00	500,00	-	R\$	107,55	25,36%	R\$	134,82	R\$	67.410,00	R\$	67.410,00	R\$	-
5.1.1	72888	Carga, manobras e descarga de areia, brita, pedra de mão e solos, com caminhão basculante, descarga em vibro-acaaladora		m3	500,00	500,00	-	R\$	1,14	25,36%	R\$	1,42	R\$	710,00	R\$	710,00	R\$	-
5.1.2	95875	Transporte com caminhão basculante 10m3, em via urbana pavimentada, DMT até 30km	14,1	m3xkm	7.050,00	7.050,00	-	R\$	1,11	25,36%	R\$	1,39	R\$	9.799,50	R\$	9.799,50	R\$	-
5.2	96401	Execução de imprimação com asfalto diluído CM-30		m2	1.670,00	1.670,00	-	R\$	5,31	25,36%	R\$	6,65	R\$	11.105,50	R\$	11.105,50	R\$	-
5.2.1	93176	Transporte de material asfáltico, com caminhão capacidade 3000l em rodovia pavimentada para distâncias médias de transporte superiores a 100km	314	txkm	629,30	629,30	-	R\$	0,44	25,36%	R\$	0,55	R\$	346,11	R\$	346,12	R\$	-
5.3	96002	Fresagem de pavimento asfáltico, em locais com nível alto de interferência		m2	28.610,00	28.610,00	-	R\$	6,24	25,36%	R\$	7,82	R\$	223.730,20	R\$	223.730,20	R\$	-
5.3.1	95875	Transporte com caminhão basculante 10m3, em via urbana pavimentada, DMT até 30km	5,6	m3xkm	8.010,80	8.010,80	-	R\$	1,11	25,36%	R\$	1,39	R\$	11.135,01	R\$	11.135,01	R\$	-
5.4	92970	Demolição de pavimentação asfáltica, com utilização de martelo perfurador, espessura até 15cm, exclusiva carga e transporte		m2	1.670,00	1.670,00	-	R\$	14,27	25,36%	R\$	17,88	R\$	29.859,60	R\$	29.859,60	R\$	-
5.4.1	95875	Transporte com caminhão basculante 10m3, em via urbana pavimentada, DMT até 30km	5,6	m3xkm	935,20	935,20	-	R\$	1,11	25,36%	R\$	1,39	R\$	1.299,92	R\$	1.299,93	R\$	-
5.5	4915669	Remoção mecanizada de camada granular do pavimento		m3	430,00	430,00	-	R\$	9,34	25,36%	R\$	11,70	R\$	5.031,00	R\$	5.031,00	R\$	-
5.5.1	95875	Transporte com caminhão basculante 10m3, em via urbana pavimentada, DMT até 30km	5,6	m3xkm	2.408,00	2.408,00	-	R\$	1,11	25,36%	R\$	1,39	R\$	3.347,12	R\$	3.347,12	R\$	-
5.6	OC-06c	Corte de pavimentação asfáltica e concreto com espessura até 0,10m		m	810,00	810,00	-	R\$	2,57	25,36%	R\$	3,22	R\$	2.608,20	R\$	2.608,20	R\$	-
5.7	NOVO	Fornecimento e Execução de Geogrelha		m2	13.675,79	13.675,79	-	R\$	21,90	25,36%	R\$	31,21	R\$	-	R\$	426.821,53	R\$	426.821,53

Serviços considerando adicional noturno de 37,15% conforme disposto na 5ª edição da Metodologia SINAPI Novembro/2018 (sem desoneração) – com adicional noturno BDI = 25,36% / BDI diferenciado (materiais, equipamentos e execução completa dos serviços) = 18,39%

Serviços não constantes utilizou-se tabela do SINAPI, DEINFRA/SC, SCO-RIO e outras entidades pùs BDI = 25,36% / BDI diferenciado (materiais, equipamentos e execução completa dos serviços) = 18,39%

Orçamento básico de referência onde alíneas não constantes foram excluídas

MEMÓRIA DE CÁLCULO

MEMÓRIA DE CÁLCULO

ANEXO 4 - COMPOSIÇÃO DE PREÇOS UNITÁRIOS

Data:		NOVEMBRO/2018		ADL N°:		LPI N°:	
Licitante:							
Lote Obras: Execução dos serviços de restauração da pavimentação da Avenida Mauro Ramos, em Florianópolis - SC.							
Código:	Descrição:					Item de Obras/Serviços:	
	Reforço ou tratamento para trincamentos, com revestimento betuminoso, feito com manta de geogrelha flexível de poliéster de alta tenacidade ou de fibra de vidro revestida com polímero a elevada temperatura (mínimo de 180 °C), conforme catálogo SICRO REF 40011562					M2	
Equipamento	Modelo	Quant.	Utilização		Custo Operacional		Custo Horário
			Prod.	Improd.	Prod.	Improd.	
Total (A) =							0,00
Mão de Obra Suplementar			Padrão	Quant.	Salários	Leis sociais	Custo Horário
SERVENTE				2,00	17,6397		35,2794
OBS.: Valor unitário reajustado de outubro/2018 para novembro/2018 = 17,6487 x (336,264/336,435). Índice FGV para pavimentação.							
Total (B) =							35,2794
(C) Produção da Equipe =			520,000	Custo Horário Total (A+B) =			35,2794
(D) Custo Unitário da Execução: D= (A + B) ÷ C =							0,0678
Materiais				Unidade	Custo	Consumo	Custo Total
GEOGRELHA DE POLIESTER / FIBRA				M2	24,4661	1,05	25,6893
OBS.: Valor unitário reajustado de outubro/2018 para novembro/2018 = 24,4785 x (336,264/336,435). Índice FGV para pavimentação.							
Total (E) =							25,6893
Transporte				D.M.T	Custo	Consumo	Custo Total
Total (F) =							-
Custo Direto Total = D + E + F =							25,7571
B.D.I. = 25,36%							6,5320
Custo Unitário Total =							32,29

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Santa Catarina

Outubro/2018

Produção da equipe 520,00000 m²

Custo Unitário de Referência

4011562 Geogrelha bidirecional com resistência a tração de 30 kN/m - deformação < 5% - malha de 36 x 34 mm - para reforço de base granular

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos							
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário		Custo Horário Total	
P9824 Servente		2,00000	h	17,6487		35,2974	
Custo horário total de mão de obra						35,2974	
Custo horário total de execução						35,2974	
Custo unitário de execução						0,0679	
Custo do FIC						-	
Custo do FIT						-	
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário	
M1446 Geogrelha bidirecional com resistência a tração de 30 kN/m, deformação inferior a 5% e malha de 36 x 34 mm		1,05000	m²	24,4785		25,7024	
Custo unitário total de material						25,7024	
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário	
Custo total de atividades auxiliares							
Subtotal						25,7703	
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário
M1446 Geogrelha bidirecional com resistência a tração de 30 kN/m, deformação inferior a 5% e malha de 36 x 34 mm - Caminhão carroceria 15 t		5914655	0,00045	t	23,8000		0,0107
Custo unitário total de tempo fixo						0,0107	
- MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário
				LN	RP	P	
M1446 Geogrelha bidirecional com resistência a tração de 30 kN/m, deformação inferior a 5% e malha de 36 x 34 mm - Caminhão carroceria 15 t		0,00045	tkm	5914449	5914464	5914479	
Custo unitário total de transporte							
Custo unitário direto total						25,78	

Obs: