



ENGENHARIA CIVIL

HEVELYN LOZANO MOTTA

LEONARDO RODRIGUES LEAL

ORLEANS ALMEIDA RIBEIRO DE AZEREDO

ESTUDO DAS PATOLOGIAS NOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS – VISANDO MELHORIA EM UMA VIA DA CIDADE DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

Campos dos Goytacazes

2021

HEVELYN LOZANO MOTTA
LEONARDO RODRIGUES LEAL
ORLEANS ALMEIDA RIBEIRO DE AZEREDO

**ESTUDO DAS PATOLOGIAS NOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS – VISANDO
MELHORIA EM UMA VIA DA CIDADE DE CAMPOS DOS GOYTACAZES**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado como
requisito parcial para a
obtenção do título de
Bacharel em Engenharia
Civil ao Centro Universitário
Redentor.

Orientador: D.Sc. Niander Aguiar Cerqueira

Campos dos Goytacazes
2021

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Corte transversal do Pavimento Flexível	5
Figura 2: Resposta Mecânica do Pavimento Flexível.....	6
Figura 3: Rodovia Pavimentada com CAUQ	7
Figura 4: Corte Longitudinal da Estrutura de um Pavimento Rígido	9
Figura 5: Rodovia Pavimentada com PCS	10
Figura 6: Estrutura do Pavimento.....	11
Figura 7: Reforço do Subleito	12
Figura 8: Sub-base.....	13
Figura 9: Preparação da base	14
Figura 10: Localização RJ-238/Estrada dos Ceramistas.....	15
Figura 11: DER - RJ 3ª ROC, Campos dos Goytacazes	17
Figura 12: Amostra de Mistura Asfáltica.....	18
Figura 13: Ensaio Laboratoriais / Mão de obra qualificada	19
Figura 14: Qualidade do solo de acordo com o Índice de Grupo.	21
Figura 15: Importância da Classificação dos Solos	27
Figura 16: Patologias na pavimentação asfáltica	29
Figura 17: Patologia Trinca de Couro de Jacaré.	31
Figura 18: Patologia Afundamento de Consolidação.....	32
Figura 19: Patologia Desgaste	33
Figura 20: Patologia Panela (buraco)	34
Figura 21: Patologia Deterioração Remendo	35
Figura 22: Patologia Deterioração de Remendo e Panela.....	36
Figura 23: Patologia Desgaste.....	37
Figura 24: Patologia Afundamento de Consolidação e Trinca de couro de jacaré e deterioração de remendo.	38
Figura 25: Patologia Deterioração de Remendo.....	39
Figura 26: Patologia Trinca de Couro de Jacaré	40
Figura 27: Patologia Trinca de Couro de Jacaré e Deterioração de remendos...	41
Figura 28: Patologia Deterioração de Remendo, Panela e Trinca de couro de jacaré.....	42
Figura 29: Patologia Afundamento de Consolidação.....	43
Figura 30: Patologia Trinca de couro de jacaré.....	44
Figura 31: Patologia Deterioração de remendos	45
Figura 32: Patologia Deterioração de remendos	46
Figura 33: Patologia Panela.	47
Figura 34: Patologia Deterioração de Remendo.....	48
Figura 35: Patologia Deterioração de Remendo tampando a Trinca de couro de jacaré.....	49
Figura 36: Patologia Trinca de couro de jacaré e Desgaste.	50
Figura 37: Patologia Panela	51
Figura 38 :Tabela de Espessura mínima de revestimento betuminoso	54
Figura 39: Espessura das camadas do Pavimento Flexível	55
Figura 40: Ábaco de dimensionamento	55
Figura 41: Componentes do Pavimento e Coeficiente K	56
Figura 42:Espessuras das camadas do Pavimento Flexível	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	3
1.1 Pavimentação.....	3
1.1.1 Classificação dos Pavimentos.....	4
1.1.1.1 Pavimentos Flexíveis.....	4
1.1.1.2 Pavimentos Rígidos.....	8
1.1.1.3 Pavimentos Semirrígidos.....	9
1.1.2 Estrutura do Pavimento.....	10
1.1.2.1 Subleito.....	11
1.1.2.2 Reforço do Subleito.....	11
1.1.2.3 Sub-base.....	11
1.1.2.4 Base.....	12
1.2 Objetivo Geral.....	13
1.2.1 Objetivos Específicos.....	13
1.3 Justificativa.....	14
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
2.1 Visita Técnica para o Desenvolvimento do Projeto.....	15
2.1.1 Ferramentas para Coleta de Amostras.....	15
2.1.2 Mão de Obra Especializada.....	15
2.1.3 Sondagem.....	16
2.1.4 Ensaios Laboratoriais.....	16
2.1 Dimensionamento do Pavimento Asfáltico.....	18
2.2 Características do Solo.....	22
3 RESULTADOS ESPERADOS.....	27
4 CONCLUSÃO.....	28
5 REFERÊNCIA.....	

1 INTRODUÇÃO

O asfalto tem grande utilidade, uma rua asfaltada é nivelada, dando conforto aos passageiros e ao motorista de um veículo. Andar-se em ruas asfaltadas e niveladas faz parte do progresso. Para tanto, a qualidade do asfalto nos pavimentos depende diretamente de um correto processo construtivo.

“Trata-se do produto da mistura convenientemente proporcionada de agregados de vários tamanhos e cimento asfáltico, ambos aquecidos em temperaturas previamente escolhidas, em função da característica viscosidade-temperatura do ligante.”
(BERNUCCI et al., 2010, p1)

Os asfaltos podem ser encontrados em estado sólido, pastoso e líquido (quando diluídos e aquecidos). Há duas classificações básicas para os asfaltos: de pavimentação e industrial. O asfalto em estado pastoso ou líquido, usado em pavimentação, é obtido com a diluição em querosene ou nafta, além de ser aquecido em tanques, antes de sua aplicação. O asfalto de uso industrial, mais voltado para impermeabilização e revestimento de dutos, é conhecido como asfalto oxidado (ou seja, com injeção de ar na massa asfáltica, durante sua fabricação), acrescido de pó de asfalto no revestimento externo, tornando-o muito resistente à corrosão e à água (NIOSH, 2000).

Os ensaios laboratoriais e o controle tecnológico do concreto asfáltico contribuem no dimensionamento do pavimento, nos materiais e nas demais relevâncias do projeto, visto que o conhecimento do solo e suas características como granulometria, umidade, compactação e densidade, são cruciais na sua projeção.

1.1 Pavimentação

A cerca do pavimento, pode-se atestar que é formado por um sistema de camadas que estão sujeitas às cargas dos veículos, ocasionando tensões, deformações e deslocamentos sobre o mesmo (GOUVEA, 2007). Trata-se de uma estrutura não perene, de acordo com Balbo (2007), composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais compactados a partir do subleito do corpo

estradal, apropriada para comportar estruturalmente e operacionalmente ao tráfego, tendo durabilidade e ao custo minimizado.

Outros autores como Santana (1993) e Souza (1980) afirmam que o pavimento é construído com o intuito de garantir aos usuários segurança e conforto e, que devem ser conseguidos sob o ponto de vista da engenharia.

O SOUZA (1980) complementa que o Pavimento é uma estrutura construída após a terraplanagem por meio de camadas de vários materiais de diferentes características de resistência e deformabilidade. Esta estrutura assim constituída apresenta um elevado grau de complexidade no que se refere ao cálculo das tensões e deformações.

O Pavimento de uma rodovia é a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semiespaço considerado teoricamente como infinito - a infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito (IPR, 2006).

Segundo a NBR-7207/82 da ABNT tem-se a seguinte definição: "O pavimento é uma estrutura construída após terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a: Com relação ao espaço físico Carvalho, Pereira & Ferreira (2015, p.1) relacionam a desmotivação escolar, às más condições físicas da escola:

- Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego;
- Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;
- Resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento."

1.1.1 Classificação dos Pavimentos

Os pavimentos podem ser classificados em três grupos distintos, de acordo com seu comportamento mecânico. São eles:

1.1.1.1 Pavimentos Flexíveis

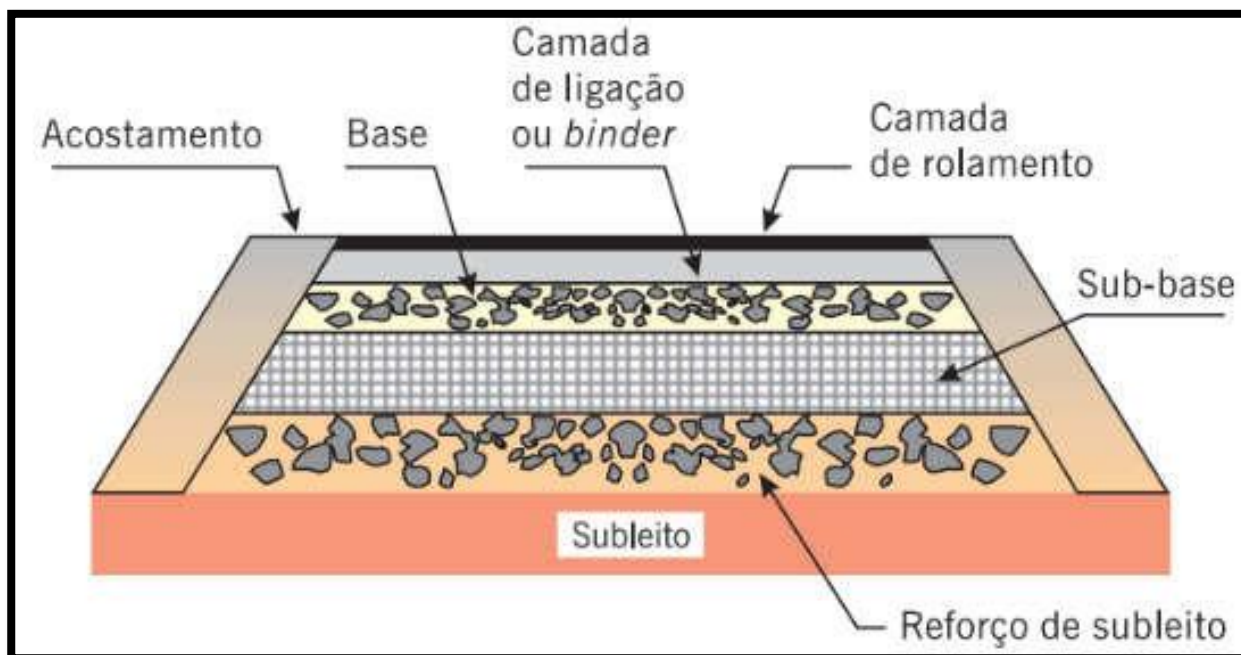
Em geral, são compostos por uma camada superficial asfáltica denominada revestimento, apoiada sobre a camadas de base, sub-base e reforço do subleito do pavimento, sendo que estas camadas são constituídas por materiais granulares, solos ou misturas de solos sem adição de agentes cimentantes (BERNUCCI et al., 2008)

Aquele, em que todas as camadas sofrem deformações elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas (DNIT, 2006, p.99)

Segundo Marques (2006) os pavimentos flexíveis são dimensionados à compressão e à tração, quando sob ações que causem flexão sobre a peça, ocasionando bacias de deformação sob as rodas dos veículos, que levam a estrutura a deformações temporárias e permanentes, e, em casos extremos, ao rompimento por excesso de carga ou por fadiga.

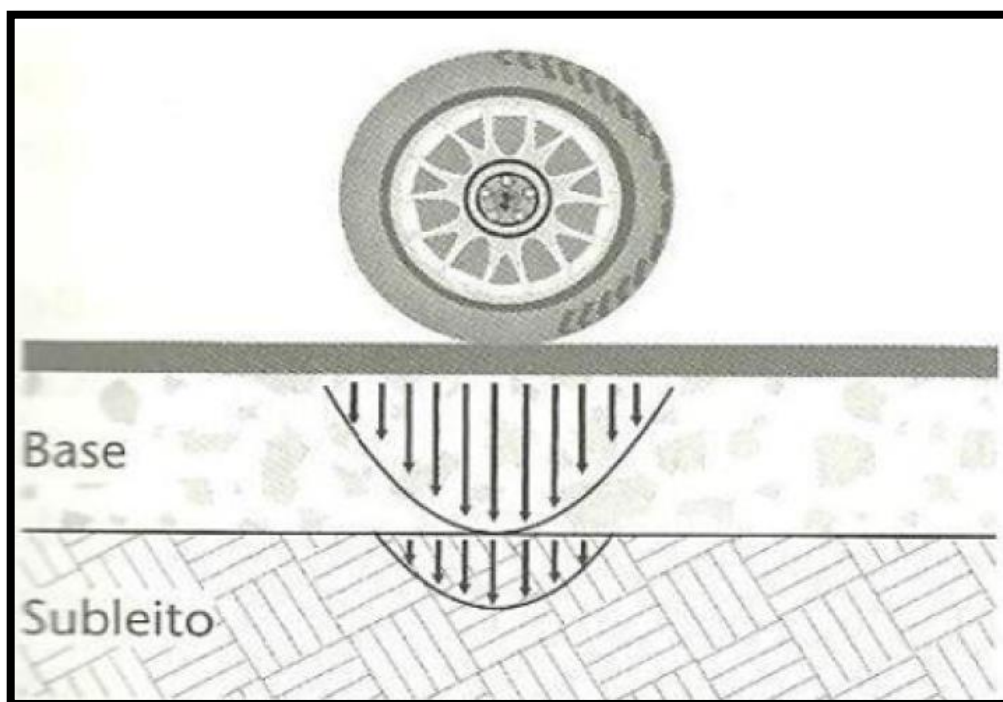
Pode-se observar a ilustração(Figura 1) do corte transversal do Pavimento Flexível e a distribuição das forças exercidas pela passagem de veículos (Figura 2).

Figura 1: Corte transversal do Pavimento Flexível



Fonte: Bernucci et al., 2008.

Figura 2: Resposta Mecânica do Pavimento Flexível



Fonte: Balbo, 2007

Com relação aos materiais utilizados nos pavimentos flexíveis, os agregados correspondem entre 90% e 95% do revestimento, sendo responsável por suportar e transmitir as cargas aplicadas pelos veículos e resistir ao desgaste sofrido pelas solicitações. Já o material betuminoso – asfalto, corresponde entre 5% e 10% do revestimento, tendo função aglutinante e ação impermeabilizante (BERNUCCI et al., 2010).

Dentre os tipos de revestimento dos pavimentos flexíveis, existem as misturas usinadas. Para Bernucci et al. (2010), essa mistura de agregados e ligante é feita em uma usina estacionária, e posteriormente transportada para o local de utilização. Ainda segundo Bernucci et al. (2010), um dos tipos mais utilizados no Brasil é o concreto asfáltico usinado a quente (Figura 3) – CAUQ.

Figura 3: Rodovia Pavimentada com CAUQ



Fonte: Rodocon, 2017

O CAUQ pode ser empregado como revestimento, camada de ligação – binder, regularização ou reforço do pavimento. O concreto betuminoso somente deve ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10°C, e sua execução não é permitida em dias de chuva (DNIT, 2006).

Os materiais constituintes do concreto asfáltico são: agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento filer e ligante asfáltico.

Os quais devem satisfazer às Normas pertinentes, e às Especificações aprovadas pelo DNIT.

O agregado miúdo pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos ou outro material indicado nas Especificações Complementares. Suas partículas individuais devem ser resistentes, estando livres de torrões de argila e de

substâncias nocivas. Deve apresentar equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054). (DNIT 2006)

Segundo o DNIT o agregado graúdo pode ser pedra britada, escória, seixo rolado preferencialmente britado ou outro material indicado nas especificações complementares, com desgaste Los Angeles igual ou superior a 50%.

Podem ser empregados três diferentes tipos de cimentos asfálticos de petróleo: CAP-30/45, CAP 50/70 e CAP 85/100.

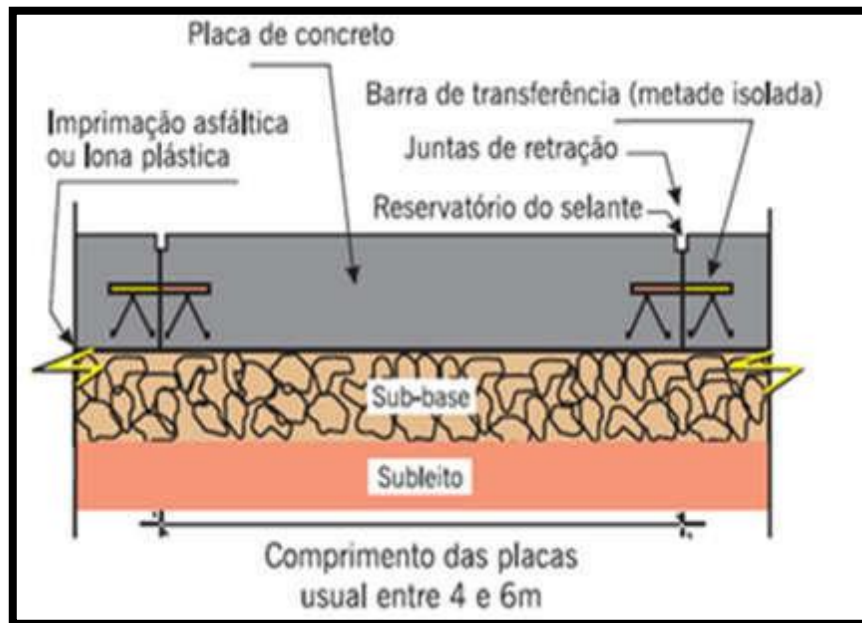
De acordo com a Norma DNER-EM 367/97, o Filer, quando da aplicação deve estar seco e isento de grumos, e deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós-calcários, cinza volante ou outro material mineral conveniente que apresenta as características especificadas na Norma.

1.1.1.2 Pavimentos Rígidos

Nos pavimentos rígidos, o revestimento normalmente é uma placa de concreto com cimento Portland, com uma espessura especificada, o que garante uma elevada rigidez, em comparação às camadas inferiores, isso por sua vez, faz com que ele absorva praticamente todas as tensões provenientes da ação do tráfego (DNIT, 2006).

Ilustração da estrutura de um pavimento Rígido (Figura 4):

Figura 4: Corte Longitudinal da Estrutura de um Pavimento Rígido



Fonte: BERNUCCI et al. 2010.

Os principais materiais utilizados em pavimentos rígidos são o cimento Portland CP-I, CP-II, CP-III e CP-IV, agregados graúdos e miúdos, água, aditivos, materiais selantes de juntas, fibras de plástico ou de aço e barras de aço CA-50, CA-60 e CA-25 (DNIT, 2004).

O PCS é formado de placas de concreto moldadas in loco, definidas por serragem de juntas transversais e longitudinais, algumas horas após a sua moldagem. Na construção dessas placas vários tipos de concreto podem ser empregados, como o concreto convencional, o concreto de alta resistência e o concreto compactado com rolo (BALBO, 2009).

Pode-se observar (Figura 5) uma rodovia pavimentada com PCS a seguir:

Figura 5: Rodovia Pavimentada com PCS



Fonte: Vias Concretas, 2017

1.1.1.3 Pavimentos Semirrígidos

Os pavimentos semirrígidos caracterizam-se por uma base cimentada comum aglutinante cimentício, geralmente misturas do tipo solo-cal, solo-betume, solo-cimento, que é revestida por uma camada asfáltica (DNIT, 2006).

É uma situação intermediária entre o pavimento flexível e o rígido, de acordo com Medina (1997), quando se tem uma base cimentada sob o revestimento betuminoso, o pavimento é dito semirrígido. O pavimento reforçado de concreto asfáltico sobre placa de concreto é considerado como pavimento composto.

Conforme Manual de Pavimentação (IPR, 2006), caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.

1.1.2 Estrutura do Pavimento

A estrutura do pavimento tem por função receber e transmitir esforços entre suas camadas, atenuando as pressões entre as camadas ínfimas que, geralmente, são menos resistentes. O comportamento estrutural de um pavimento depende da sua rigidez, espessura e da interação entre as camadas. Para Balbo (2007), diz que para cada camada do pavimento (Figura 6) possui uma ou mais funções específicas, que devem proporcionar aos veículos as condições adequadas de suporte e rolamento em qualquer condição climática.

Figura 6: Estrutura do Pavimento



Fonte: <http://engenhariarodoviaria.com.br/>, acesso em 04/05/2021

1.1.2.1 Subleito

Consiste no terreno de fundação do pavimento, com a função de sustentação das cargas impostas pelo tráfego, com limite de profundidade de 60 cm a 1,5 m.

1.1.2.2 Reforço do Subleito

É a camada de espessura constante executada sobre o subleito, melhorando a dissipação das cargas e regularizando a espessura de sua camada superior.

Segundo o DNIT (2009) deve ser executada com solo de qualidade igual ou superior ao material do subleito.

Figura 7: Reforço do Subleito



Fonte: <http://sinop.unemat.br/>, acesso em 19/05/2021

1.1.2.3 Sub-base

É a camada que vem logo após o reforço do subleito e antes da base, com a função de distribuir as cargas vindas da base de forma uniforme no subleito.

Segundo Marques (2006), a sub-base trabalha como camada intermediária, tendo a função garantir que as camadas de subleito e base trabalhem em conjunto, evitando que as cargas de cisalhamento causadas pela frenagem e aceleração dos veículos provoquem o descolamento das camadas.

Figura 8: Sub-base



Fonte: <http://www.barwisconstruction.com/site-development-3/stone-subbase/>,
acesso em 19/05/2021

1.1.2.4 Base

É a camada que tem como função suportar os esforços verticais por conta do tráfego de veículos do pavimento, aliviando as tensões das camadas inferiores e distribuindo uniformemente as cargas, além de permitir a drenagem da água que se infiltra e resistir as deformações.

Pode-se observar na figura 7.

Figura 9: Preparação da base

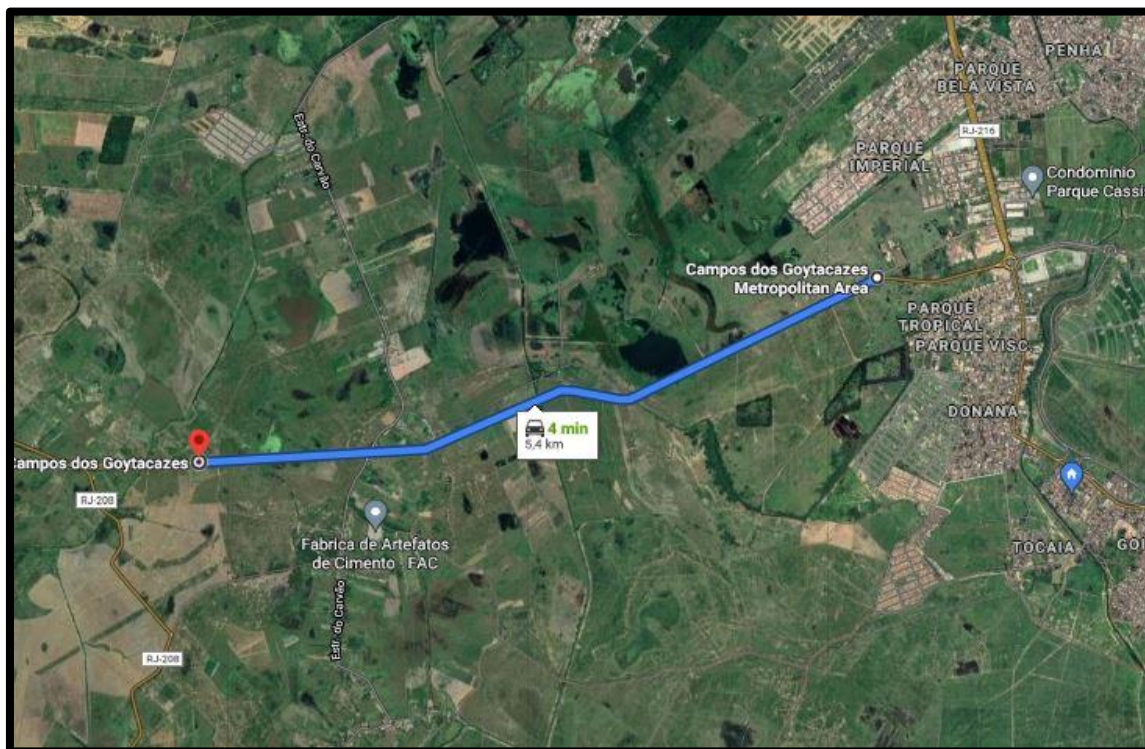


Fonte: <https://br280sc.com.br/>, acesso em 20/05/2021

1.2 Objetivo Geral

O presente trabalho visa elaborar o diagnóstico de patologias na rodovia RJ-238(Figura 10), propondo as soluções e técnicas de engenharia cabíveis para a recuperação da rodovia, sendo elas se necessário uma reforma, ou dimensionamento de uma nova.

Figura 10: Localização RJ-238/Estrada dos Ceramistas



Fonte: Google Maps, acesso em 30/05/2021

1.2.1 Objetivos Específicos

- Realizar a Identificação das etapas de execução da rodovia já existente com a prefeitura da cidade;
- Efetuar análise das patologias encontradas no pavimento asfáltico;
- Analisar possíveis soluções para os problemas encontrados na rodovia;
- Propor projeto de reforma ou um novo projeto de pavimentação.

1.3 Justificativa

O estudo das Patologias asfálticas é de extrema importância e complexidade, pois envolve diversos fatores que causam as manifestações

patológicas, desde a escolha de materiais até a própria sobrecarga imprevista na via. Grande parte das vias de Campos dos Goytacazes possuem uma idade (tempo) significativa, e, portanto, apresentam desgaste devido à má utilização e/ou falta de manutenção.

O desenvolvimento dessa pesquisa justifica-se pela deficiência asfáltica na cidade. Campos tem uma malha rodoviária municipal de 2.420 quilômetros, entre rodovias municipais (asfaltadas e sinalizadas) e estradas vicinais (pista em terra ou compactada com laterita), sendo assim, a relevância da realização deste trabalho, deve-se à necessidade de se fazer um levantamento das patologias detectadas, a qual, a partir desta, se poderá realizar um estudo para determinar as causas desses problemas e propor alternativas de intervenção, visto que há uma dificuldade em localizar estudos específicos do tema abordado.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada será de visitas técnicas ao órgão do governo do estado DER (Departamento de estradas de rodagem), ao qual tem autonomia administrativa e amplas atribuições, relativas a conservação e construção de rodovias, responsável também pelas estatísticas, polícia rodoviária, estudos, análise dos solos, aperfeiçoamento técnico profissional, organização de congressos de estradas de rodagem e propaganda das rodovias.

A norma DNIT 006/2003 – PRO (Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento), será utilizada para levantamento e análise de dados e avaliação das patologias apresentadas no pavimento asfáltico por meio visual, definindo assim a conservação da RJ-238.

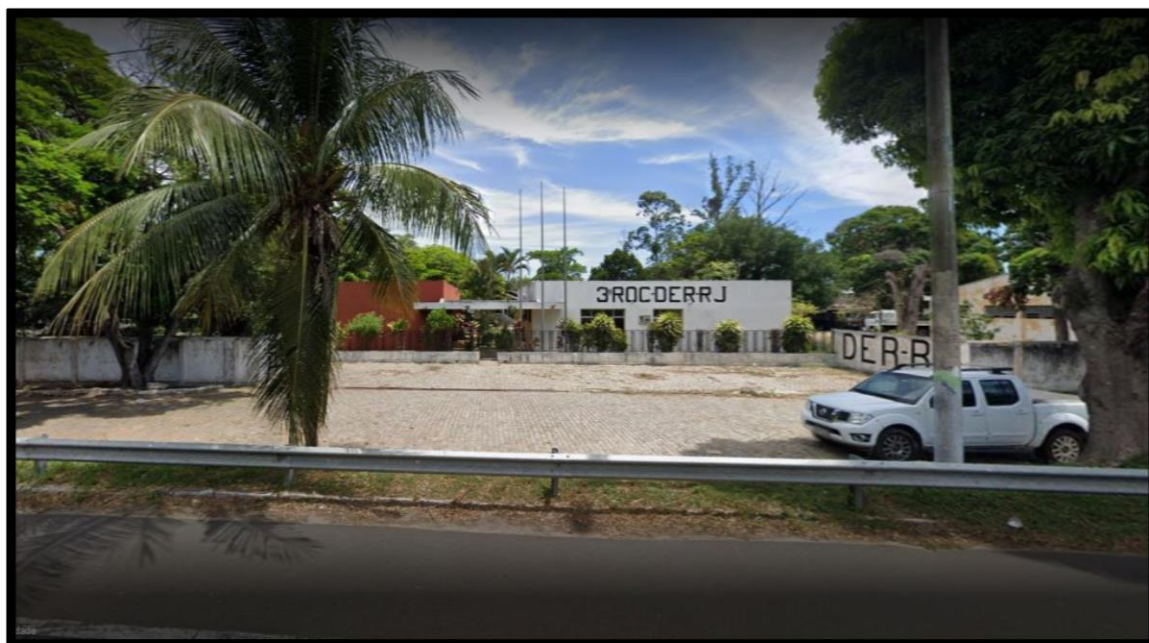
2.1 Visita Técnica para o Desenvolvimento do Projeto

O Departamento de Estradas de Rodagem (DER), tem as informações para suprir as necessidades dessa pesquisa, buscando todo o estudo do subleito necessário para analisar uma rodovia já existente, e com tais informações da RJ-238, ficará viável a nova modelagem de rodovia que será proposta. O DER no

munícipio de Campos dos Goytacazes está localizado na BR-356, 180-512, Parque Vera Cruz(Figura 10).

A primeira etapa a ser seguida é o serviço realizado no campo de estudo, coleta de dados das amostras do solo, ferramentas específicas e uso de mão de obra qualificada são essenciais para obter o melhor resultado da sondagem realizada, seguido da segunda etapa os ensaios realizados em laboratórios para se obter o maior conhecimento possível do solo, desenvolvendo o traçado do perfil longitudinal.

Figura 11: DER - RJ 3ª ROC, Campos dos Goytacazes



Fonte: Google Maps, acesso em 26/05/21

2.1.1 Ferramentas para Coleta de Amostras

As amostras de solo são retiradas em pequenas porções de terra para ser estudado, com a ajuda de ferramentas como trados, picaretas, pás e cavadeiras.

Para evitar a perda de umidade do solo coletado, estes devem ser transportados em cápsulas de alumínio (Figura 11) ou vidro com tampa.

Figura 12: Amostra de Mistura Asfáltica



Fonte: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/>, acesso em 26/05/2021

2.1.2 Mão de Obra Especializada

Sabemos que a mão de obra é fundamental no processo da pavimentação, pois uma mão de obra qualificada se resume em profissionais capacitados para trabalhar na função em que são designados. Para coleta das amostras, deve haver a presença do engenheiro civil responsável, para que este possa iniciar a análise do solo in natura, identificando com testes expeditos, a resistência e as diferentes camadas que compõe o solo. Para ensaios específicos(Figura 12), deve-se contratar um Técnico Laboratorista.

Figura 13: Ensaio Laboratoriais / Mão de obra qualificada



Fonte: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/>, acesso em 26/05/2021

2.1.3 Sondagem

Possui como objetivo identificar e conhecer as características do terreno, as diversas camadas ou horizontes do solo do subleito por inspeção expedita no campo, e espessura da camada de composição do solo, viabilizando a elaboração do perfil longitudinal do solo. Regida pela norma ABNT NBR 6486, sendo realizado a aplicação do DNIT nos espaçamentos e profundidade do furo nas rodovias.

É recomendado que os furos tenham no máximo 3 metros de profundidade e serem espaçados longitudinalmente em 40 metros, resultando em uma média de 35 furos por quilômetro.

Devido à profundidade de influência das cargas aplicadas pelo tráfego no terreno, NEVES (2002) orienta que a faixa de profundidade obrigatória para análise do solo em cada furo, deve ser a partir de 0,60m até 1,50m abaixo da superfície de rolamento (greide).

Uma vez executado os furos de sondagem, é necessário identificar os horizontes, o diagnóstico superficial e o subsuperficial do perfil do solo. Os materiais que constituem os horizontes devem ser caracterizados quanto à textura e cor. Com essa caracterização, sua presença ou ausência é que definirá a classificação do perfil do solo.

Concluída a etapa de identificação do horizonte do solo em cada furo, coleta-se amostras representativas de solos para a realização dos ensaios de caracterização tradicionais no laboratório.

2.1.4 Ensaios Laboratoriais

Com as amostras coletadas realizam-se os ensaios de granulometria, limite de liquidez, limite de plasticidade, compactação e Índice Suporte Califórnia (ISC). Com os resultados dos ensaios de caracterização, deve-se determinar o índice de grupo e a classificação HRB, conforme os estudos estatísticos.

Os dados obtidos na sondagem permitem a determinação das características dos solos do subleito e o desenho dos perfis de solos ao longo do traçado. Para cada trecho será elaborado:

- Planta de localização dos furos realizados;
- Laudo de sondagens;
- Resultados dos ensaios de laboratório;
- Análise estatística;

- Perfis dos solos, incluindo as indicações de início e fim de cada camada;
- Cota do lençol freático.

No perfil longitudinal deve constar, para cada camada de solo em cada furo o valor do CBR, demonstrando o grau de compactação e a classificação de cada camada. O sistema de classificação de solos HRB, Highway Research Board, é o mais utilizado para pavimentação, onde os solos são classificados em grupos: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 e A-7; e subgrupos: A-1 a e A1b; A-2-4, A-2-5, A-2-6 e A-2-7; A-7-5 e A-7-6.

A peneira 200 o limite entre solos grossos e solos finos, e “p” a porcentagem de solo que passa na peneira no 200, temos:

- Para $P_{200} \leq 35\%$ granulometria graúda HRB A-1, A-2 e A-3;
- Para $P_{200} > 35\%$ granulometria fina (solos plásticos) HRB A-4, A-5, A-6 e A-7.

As propriedades plásticas dos solos finos são obtidas pelo Limite de Liquidez (LL) e Índice de Plasticidade (IP) que definirão o subgrupo no qual se enquadra o solo. Os valores que servirão como limites referenciais são: $LL = 40\%$ e $IP = 10\%$

- Para $LL \leq 40\%$ HRB A-1, A-2-4, A-2-6, A-3, A-4 e A-6.
- Para $LL > 40\%$ HRB A-2-5, A-2-7, A-5 e A-7.
- Para $IP \leq 10\%$ HBR A-1, A-2-4, A-2-5, A-3, A-4 e A-5.
- Para $IP > 10\%$ HRB A-2-6, A-2-7, A-6 e A-7.

No caso do solo A-7, a definição do subgrupo é a seguinte:

- Se $IP \leq LL - 30$ será A-7-5 Se $IP > LL - 30$ será A-7-6

O parâmetro empírico indica a capacidade de resistência, ele é obtido através dos resultados dos ensaios de granulometria e plasticidade dos solos:

Para valores de IG definem a qualidade do solo, conforme apresentado pela

Figura 14: Qualidade do solo de acordo com o

Figura 10.

IG	Qualidade do terreno
0	Excelente
4	Bom
9	Regular
20	Mau

Fonte: NEVES, 2002

2.1 Dimensionamento do Pavimento Asfáltico

Com os dados que serão obtidos através da pesquisa, será possível realizar o dimensionamento do novo pavimento para rodovia RJ-238, em função do tráfego previsto que é a quantidade total de veículos que trafegam nos sentidos de uma via, chamado de número N, parâmetro esse que permite a comparação entre a quantidade de peso que trafega na rodovia em um mesmo espaço de tempo.

$$N = 365 \times VM \times n \times FC \times FE \times FR \quad (1)$$

Para podermos definir o parâmetro N, se faz necessário saber o conceito de eixo padrão. Como em uma rodovia trafegam diferentes classes de veículos, como carretas, caminhões, ônibus, motos e de passeio, conseqüentemente as cargas em seus eixos variam. Por isso introduziu-se o conceito de eixo padrão rodoviário. Trata-se de um eixo simples de duas rodas de cada lado e com as 8,2tf (80kN) de carga por eixo e 2,04tf (20kN) de carga por roda. Dessa maneira podemos comparar a quantidade de peso que trafega em duas rodovias distintas no mesmo período. Para iniciar a dimensionar um pavimento, se faz necessário saber a intensidade e frequência de aplicação de uma carga atuando diretamente no desgaste do material que compõe este pavimento.

Volume total de tráfego (VT) é definido como a quantidade total de veículos, que passará no sentido mais movimentado da via ao longo de sua vida útil. Podemos definir como a taxa de veículos que circulam por um sentido da via, como o volume total de tráfego deste sentido dividido pela quantidade total que circula nos dois sentidos. A vida útil de projeto (n) para os pavimentos flexíveis no Brasil é de 10 a 15 anos, quando é mantido a manutenção preventiva da rodovia. O fluxo diário de veículos pode ser alterado de acordo com os anos que se passam, portanto o conceito de volume diário de tráfego médio (VM) deve ser introduzido. Este conceito representa o instante do primeiro ano de uso da via, quanto o instante da sua maior utilização, ao final de sua vida útil. A maneira de obter o VM é calculando:

- O volume diário de tráfego no final do primeiro ano (VD^1), ou seja, quantos veículos passam no sentido mais movimentado da via no período de 24 horas, sendo realizado no final do primeiro ano desta via;
- O volume diário de tráfego final (Vdf), ou seja, a quantidade de veículos que trafegam no mesmo sentido da via, no período de 24 horas, no final de sua vida útil.

A fórmula para saber o Volume diário médio de tráfego (VM):

$$VM = \frac{VD^1 + Vdf}{2} \quad (2)$$

A definição do Fator de Carga (FC) é a quantidade média de eixos padrão por veículo que irá passar na rodovia. Para conseguir esse valor, precisa-se calcular a quantidade total de eixos padrão de todos os veículos (QM) e dividir pelo volume total de tráfego (VT) no período estudado.

$$FC = \frac{QM}{VT} \quad (3)$$

A quantidade total de eixos padrão (QM) de todos os veículos pode ser calculada realizando somatório da quantidade de eixos que cada veículo possui pela quantidade de veículos total que passarão por aquele eixo.

$$QM = \sum \text{veículos} \times f \quad (4)$$

Fator de Eixo (FE) podemos definir como a quantidade média de eixos por veículo que circulará na rodovia em estudo. Para conseguir esse valor é necessário calcular a quantidade total de eixos de todos os veículos (Qn) e dividir pelo volume total de tráfego (VT).

$$FE = \frac{Qn}{VT} \quad (5)$$

A quantidade total de eixos (n) é calculada somando a quantidade de eixos de cada veículo pela quantidade de veículos total que circularão com aquele eixo.

$Qn = \text{Somatório de veículos} \times \text{quantidade de eixos por veículos}$

Fator climático regional (FR) leva em consideração as variações de umidade dos materiais durante as estações do ano, o que gera variações na resistência do pavimento. No Brasil os FR são em função da altura média anual de chuva, conforme podemos ver abaixo:

- Índice pluviométrico até 800mm, utiliza-se FR de 0,7;
- Índice Pluviométrico de 800mm até 1500mm, utiliza-se FR de 1,4;

- Índice Pluviométrico superior a 1500mm.

O valor de N serve para classificar o tráfego da rodovia com relação ao volume de veículos. O DNIT classifica o tráfego desta maneira:

- N menor de 10^6 veículos - Tráfego leve;
- N maior que 10^6 veículos e menor que 5×10^6 - Tráfego médio;
- N maior que 5×10^6 veículos e menor que 5×10^7 - Tráfego pesado;
- N maior que 10^7 - Tráfego muito pesado.

Para iniciar a concepção do projeto de engenharia civil foi necessário um estudo minucioso no Código de Obras do município. De acordo com o Instituto

Com a finalidade de executar um projeto bem elaborado e normatizado, além de resguardar os autores do projeto, foram utilizadas normas regulamentadoras da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).

2.2 Características do Solo

Solos A-1:

É constituído de uma mistura bem graduada de pedra, pedregulho, areia grossa, média e fina e um material ligante não plástico ou de pequena plasticidade.

- A1a predomina pedra e pedregulho com ligante sem areia fina;
- A1b predomina areia média com ou sem ligante, bem graduado.

A-3

É feito por areia fina de praia ou então deserto sem ligante (argila ou silte) ou então pequena quantidade de silte sem plasticidade.

A-2

São solos que contêm grande variedade de materiais granulares, os quais estão no limite entre os solos do grupo A1 e A3 e materiais silte-argilosos do grupo A4, A5, A6, A7.

- A2-4 e A2-5 contêm materiais granulares com 35% ou menos, pedregulho com porcentagem de silte ou $IP >$ que dos solos do grupo A1, e areia fina com silte não plástico com % acima do solo do grupo a3;
- A2-6 e A2-7 são semelhantes aos solos do grupo A2-4 e A2-5, a parte que passa na peneira 40 contêm argila plástica, tendo as mesmas características dos solos do grupo A6 no caso do A2-6 ou A7 no caso A2-7.

A-4 e A-5

Tem como material típico silte não plástico ou moderadamente plástico, tendo em geral 75% que passam na peneira 200, podem conter também uma mistura de silte e 64% de areia e pedregulho. Os solos do grupo A-5 contêm materiais semelhantes ao do grupo A-4, sendo, porém, diatomáceos ou micáceos, tem elevado LL, sendo portanto, altamente elásticos.

A-6

O solo típico deste grupo, é a argila tendo 75% ou mais que passa na peneira 200. Contêm também mistura de solo argiloso e 61% de areia e pedregulho. Tem alta variação de volume entre o estado úmido e seco.

A-7

Os solos deste grupo contêm material semelhante ao descrito no grupo A-6, tendo, porém alto LL, que é características do grupo A-5, sendo plástico e sofrendo grande mudança de volume.

- A7-5 possui todos os materiais com IP moderado em relação ao LL, podendo ser altamente elásticos e sofrem grandes variações de volume;
- A7-6 Contêm materiais com alto valor de IP em relação ao LL, estando sujeitos a grandes variações de volume.

Figura 15: Importância da Classificação dos Solos

<u>CLASSIFICAÇÃO GERAL</u>	MATERIAIS GRANULARES (35% OU MENOS PASSANDO NA PENEIRA Nº. 200)							MATERIAIS SILTO-ARGILOSOS (MAIS DE 35% PASSANDO NA PENEIRA Nº. 200)			
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
Classificação em Grupos	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				A - 7 - 5
Granulometria: % passando na peneira: Nº. 10 (2,0 mm.) Nº. 40 (0,42 mm.) Nº. 200 (0,074mm.)	50 máx.										
	30 máx.	30 máx.	51 mín.								
	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Característica da fração passando na peneira no. 40: Limite de Liquidez (%) Índice de Plasticidade (%)											
				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
	6 máx.	6 máx.	NP	10máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo (IG)	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Materiais constituintes	Fragmentos de pedra, pedregulho fino e areia		Areia fina	Pedregulhos ou areia siltosas ou argilas				Solos siltosos		Solos argilosos	
Comportamento como subleito	Excelente a bom							Sofrível a mau			

Fonte: Kamel engenharia, acesso em 28/05/21

3 RESULTADOS ESPERADOS

Com a proposta das visitas técnicas no DER de Campos dos Goytacazes, não foi possível obter as informações solicitadas, devido a burocracia do sistema. Foram várias visitas em que não foram encontradas pessoas responsáveis até conseguir contato com o Der-RJ e assim começar um processo de envio de documentações de pessoa física, que não respondida até o presente momento.

Informações da Rodovia RJ-238, como:

- Data de construção da via;
- Materiais utilizados;
- Coleta de dados;
- Estudo e análise do solo no local;
- Ferramentas utilizadas para sondagem;
- Mão de obra utilizada;
- Ensaio realizados em laboratório.

Obtendo-se essas diretrizes, se torna acessível o manuseio das mesmas para se obter um novo pavimento na cidade de Campos dos Goytacazes, que ajudará o escoamento do transporte utilizado como acesso ao distrito de Farol de São Tomé e regiões da baixada Campista pela RJ-238, evitando assim a passagem pela área urbana de Campos.

Com as visitas a rodovia, foram catalogadas as patologias apresentadas no pavimento asfáltico para verificação da conservação, visualizando dessa forma porque tal ação de um novo projeto de modelagem da rodovia deve ser realizado.

3.1 Visita Rj-238

A visita foi realizada no dia 12/09/2021 com início às 10:00 h e término às 13:00 h, com a ajuda de um carro marcando a quilometragem a ser analisada

e uma motocicleta que o piloto foi verificando as patologias e registrando com auxílio de uma câmera. Foram analisados 5 km da rodovia apresentados na figura 10, separadas assim a cada km para o registro.

A partir da visita ao local foi constatado inúmeras patologias na estrada do Ceramista, uma rodovia totalmente remendada e com outras diversas deformações, como mostra na figura 15 uma tabela demonstrativa de patologias asfálticas.

Figura 16: Patologias na pavimentação asfáltica.

Defeito		Descrição
Trincas isoladas	Longitudinais	Apresenta direção predominante paralela ao eixo da via.
	Transversais	Apresenta direção predominante ortogonal ao eixo da via.
Trincas interligadas	Jacaré / crocodilo	Assemelhando-se ao couro de jacaré ou crocodilo.
	Bloco	Configuração próxima a um retângulo, podendo os blocos apresentar vários tamanhos.
Afundamento	Plástico	Apresenta além da depressão na região das trilhas de rodas um solevamento lateral.
	Consolidação	Caracteriza-se por uma depressão do revestimento na região das trilhas de roda.
Ondulação/ corrugação		Caracteriza-se por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento de caráter plástico e permanente
Deterioração de remendos		Região do pavimento onde ocorreu substituição do material original.
Panelas		Cavidade que se forma num primeiro estágio no revestimento apresentando dimensões variadas.

Fonte: Adaptada por ROCHA, 2009.

Na rodovia RJ-238 foram destacadas as patologias de trincas de couro de jacaré, afundamentos, deterioração de remendos, desgaste e panela. Com possíveis causas:

- Trinca de couro de jacaré- Defeito anterior ao pavimento se desintegrar, por motivos como: repetição de carga no tráfego, ações climáticas como sol e chuva, envelhecimento do ligante e falha na compactação.
- Afundamentos por consolidação- Trilha de asfalto danificada, causadas por densificação, ou ruptura por cisalhamento de camadas subjacentes ao revestimento, e falha na compactação na construção.

- Deterioração de remendos- Considerado defeito pois aponta um local de fragilidade do revestimento.
- Desgaste- Quando o asfalto fica muito poroso, por motivos de falhas na adesividade do ligante agregado, presença de água aprisionada e falha na execução.
- Panela- Conhecido como buraco, é o estágio mais avançado das trincas, quando o revestimento é desintegrado, por falhas construtivas, falha na imprimação, e desagregação por falta de dosagem.

Dessas patologias o mais recorrente observado é a deterioração de remendos, em todos os quilômetros analisados, reconstruídos de forma errada, causando mais e mais patologias. Percebido assim que o correto seria projetar a nova modelagem asfáltica, pois somente remendar não é suficiente para o tráfego pesado do local, demonstrado no cálculo ().

Segue as patologias encontradas no primeiro quilometro. (Imagens16-20).

Figura 17: Patologia Trinca de Couro de Jacaré.



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 18: Patologia Afundamento de Consolidação.



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 19: Patologia Desgaste



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 20: Patologia Panela (buraco)



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 21: Patologia Deterioração Remendo



Fonte: Acervo dos Autores.

Segue as patologias encontradas no segundo quilometro (Imagens21-24).

Figura 22: Patologia Deterioração de Remendo e Panela



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 23: Patologia Desgaste.



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 24: Patologia Afundamento de Consolidação e Trinca de couro de jacaré e deterioração de remendo.



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 25: Patologia Deterioração de Remendo.



Fonte: Acervo dos Autores.

Segue as patologias encontradas no terceiro quilômetro (Imagens25-28).

Figura 26: Patologia Trinca de Couro de Jacaré



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 27: Patologia Trinca de Couro de Jacaré e Deterioração de remendos



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 28: Patologia Deterioração de Remendo, Panela e Trinca de couro de jacaré.



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 29: Patologia Afundamento de Consolidação



Fonte: Acervo dos Autores.

Segue as patologias encontradas no quarto quilometro. (Imagens29-32).

Figura 30: Patologia Trinca de couro de jacaré.



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 31: Patologia Deterioração de remendos



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 32: Patologia Deterioração de remendos



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 33: Patologia Panela.



Fonte: Acervo dos Autores.

Segue as patologias encontradas no quinto quilometro (Imagens 33-36).

Figura 34: Patologia Deterioração de Remendo.



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 35: Patologia Deterioração de Remendo tampando a Trinca de couro de jacaré.



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 36: Patologia Trinca de couro de jacaré e Desgaste.



Fonte: Acervo dos Autores.

Figura 37: Patologia Panela



Fonte: Acervo dos Autores.

3.2 Dimensionamento do Pavimento Asfáltico

3.2.1 Cálculo do Número N para o tipo de Tráfego

A vida útil de projetos adotada para os pavimentos flexíveis no Brasil, quando mantida as condições de manutenção preventivas é de 10 a 15 anos, portanto a estimativa dessa nova rodovia será de 15 anos. Uma taxa de crescimento de 3% anual, referente a evolução da economia do país como um todo, o que resulta em uma função exponencial. Na cidade de Campos dos Goytacazes o índice pluviométrico anual é de 1154,5mm. Em seguida será informado o número total de carros que trafegam na rodovia estudada em um período de 24 horas.

Total de carros registrados nos seguintes trechos:

Ururaí x Donana :

- 144 com 2 eixos simples com roda simples.
- 96 com 3 eixos simples com roda dupla.
- 60 com 3 eixos duplos com roda dupla.

Donana x Ururaí :

- 360 com 2 eixos simples com roda simples.
- 204 com 3 eixos simples com roda dupla.
- 104 com 3 eixos duplos com roda dupla.

Equivalência: ESP(Eixo simples padrão)

Eixo simples = 4.ESP

Eixo duplo = 9,5.ESP

Eixo triplo = 9,2.ESP

Ururaí x Donana :

$$144x1 = 144ESP$$

$$96x4 = 384ESP$$

$$60x9,5 = 570ESP$$

$$Vd0 = 144 + 96 + 60 = 300 \text{ veículos/dia}$$

$$Qm = 144 + 384 + 570 = 1098ESP$$

Donana x Ururaí :

$$360x1 = 360ESP$$

$$204x4 = 816ESP$$

$$144x9,5 = 1368ESP$$

$$Vd0 = 360 + 204 + 144 = 708 \text{ veículos/dia}$$

$$Qm = 360 + 816 + 1368 = 2544ESP$$

Com esses valores de números de veículos por dia e dos eixos simples padrão (ESP), foi escolhido o sentido mais solicitado que é o de Donana para Ururaí, para a realização do número de N.

$$VM = \frac{VD^1 + Vdf}{2}$$

$$Vd^1 = vd0 \times (1 + t) \therefore Vd^1 = 708 \times (1 + 0,03) = 730 \text{ veículos/dia}$$

$$Vdf = vd^1(1 + (n \times t)) \therefore Vdf = 730(1 + (15 \times 0,03)) = 1059 \text{ veículos/dia}$$

$$VM = \frac{730 + 1059}{2} = 895 \text{ veículos/dia}$$

$$FC = \frac{QM}{VT} \therefore FC = \frac{2544}{708} = 3,59$$

$$Qn = \sum (\text{veículos} \times \text{quantidade de eixos por veículos}) \therefore$$

$$Qn = 360 \times 2 + 204 \times 3 + 144 \times 3 = 1764 \text{ eixos}$$

$$FE = \frac{Qn}{VT} \therefore FE = \frac{1764}{708} = 2,49$$

Índice pluviométrico de 800mm até 1500mm, utiliza-se FR = 1,4.

Índice pluviométrico Campos dos Goytacazes é de 1154,5mm, portanto o FR utilizado é de 1,4.

$$N = 365 \times VM \times n \times FC \times FE \times FR \therefore N = 365 \times 895 \times 15 \times 3,59 \times 2,49 \times 1,4 = 61323790,34 = 6,13 \times 10^7$$

Como o número de N é maior de 10^7 é considerado tráfego muito pesado.

3.2.2 Dimensionamento de pavimento flexível

Como não foi possível obter as informações, foram estimados valores para o dimensionamento da nova rodovia, proposta no presente trabalho, pois foi encontrado uma rodovia em péssimo estado, com muitas patologias, sendo necessário uma nova.

Reforço do subleito – CBR 10%

Sub-base – CBR 25%

Sub-leito – CBR 5 %

Base – CBR 90%

Calculado o valor de $N = 6,13 \times 10^7$, deve-se determinar a espessura mínima para o revestimento e seu tipo indicado, por meio da tabela abaixo:

Figura 38 :Tabela de Espessura mínima de revestimento betuminoso

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

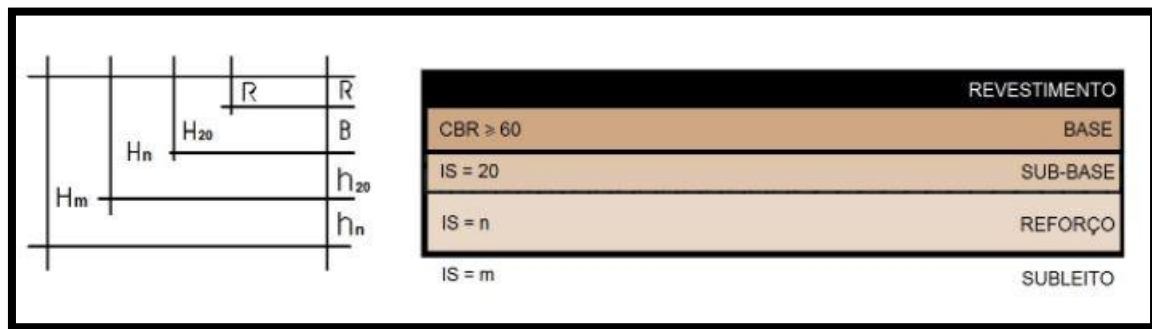
Fonte: DNIT (2006)

O revestimento será, portanto, do tipo concreto betuminoso com espessura mínima (R) de 12,5 cm.

- Determinar a espessura total do pavimento

Determinando então a espessura total do pavimento (H_x), por meio do ábaco da figura abaixo, em função de N e de IS ou CBR da camada a ser protegida por ele.

Figura 39: Espessura das camadas do Pavimento Flexível

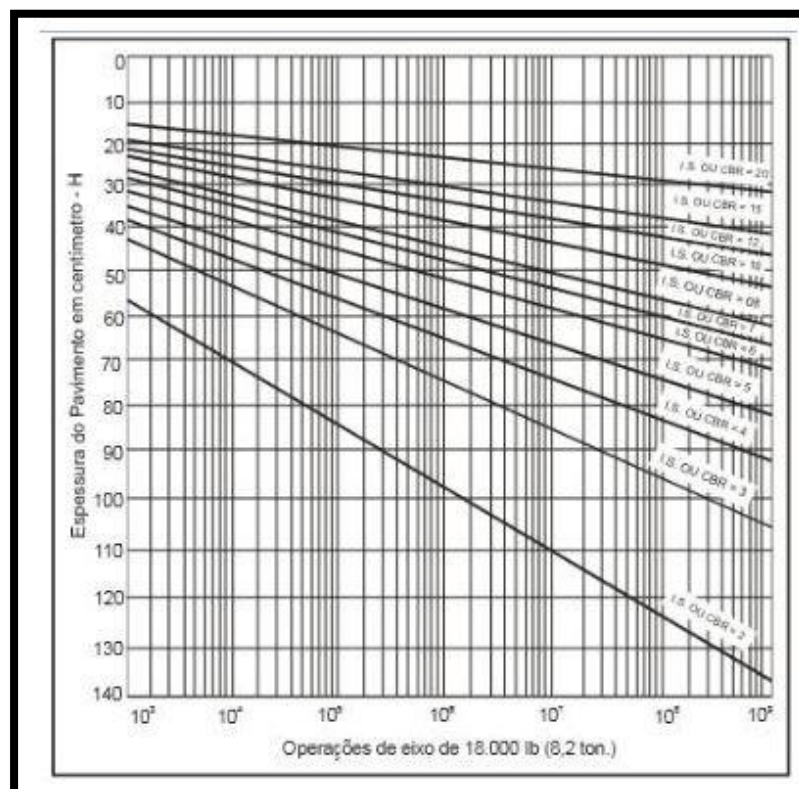


Fonte: DNIT (2006)

Conforme a imagem acima, foi necessário determinar, através do ábaco abaixo, os valores de H_m , sendo $M = 5$ (CBR do subleito), H_n , sendo $M = 10$ (CBR do reforço do subleito), e H_{20} .

Um ponto importante é destacar que mesmo o CBR ou I.S. da camada de sub-base seja maior que 20, o máximo adotado será 20, como será mostrado na próxima imagem, desta maneira a simbologia usual deverá ser H_{20} e h_{20} .

Figura 40: Ábaco de dimensionamento



Fonte: Caderno EAD- Estradas II (2008)

Para determinar as espessuras acima basta que trace uma reta vertical a partir do valor de N da estrada até cruzar a reta com o valor do CBR da camada a ser protegida (ou um valor aproximado). Por fim, basta apenas traçar uma outra reta horizontal em direção ao valor da espessura.

- Os valores resultantes foram:

$$H5 = 73 \text{ CM}$$

$$H10 = 48 \text{ CM}$$

$$H20 = 28 \text{ CM}$$

- Determinar os valores de K

Para determinar o valor de K de cada camada, basta observar a tabela abaixo:

Figura 41: Componentes do Pavimento e Coeficiente K

Componentes do pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,0
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,7
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,4
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,2
Camadas granulares	1,0
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm ²	1,7
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm ² e 28 kg/cm ²	1,4
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm ² e 21 kg/cm ²	1,2

Fonte: DNIT (2006).

Obtendo a informação acerca do tipo de revestimento, logo, de acordo com a tabela acima, o K do revestimento será 2,0.

No entanto, não foi possível obter informações a respeito da natureza dos materiais das camadas de base, sub-base e reforço do subleito, considerando assim como sendo de material granular, com $K = 1$.

Logo:

$$KR = 2,0$$

$$KB = 1,0$$

$$KS = 1,0$$

- Cálculo da espessura das camadas

O cálculo da espessura das camadas é feito de maneira bem simples por meio das inequações abaixo.

Deve-se começar pela ordem que as equações estão colocadas, usando a espessura mínima de revestimento encontrada anteriormente.

Vale lembrar que, como nesta situação $N > 10^7$, ao se utilizar a inequação, deve-se usar um fator de segurança de 1,2 multiplicando a espessura de proteção da sub-base (H_{20}).

Peça importante neste dimensionamento de camadas é que, segundo DNIT (2006), a espessura mínima a ser adotada nas camadas de Base e Sub-Base é de 15 cm.

$$12,5 \times KR + B \times KB \geq H_{20} \therefore 12,5 \times 2 + B \times 1 \geq 28 \times 1,2$$

$$\therefore B \geq 8,6 \text{ cm}$$

Portanto, adota-se o valor de 15 cm para a base.

$$R \times KR + B \times KB + h_{20} K_s \geq H_{10} \therefore 12,5 \times 2 + 15 \times 1 + h_{20} \times 1 \geq 48$$

$$\therefore h_{20} \geq 8 \text{ cm}$$

Portanto, adota-se o valor de 15 cm para a sub-base.

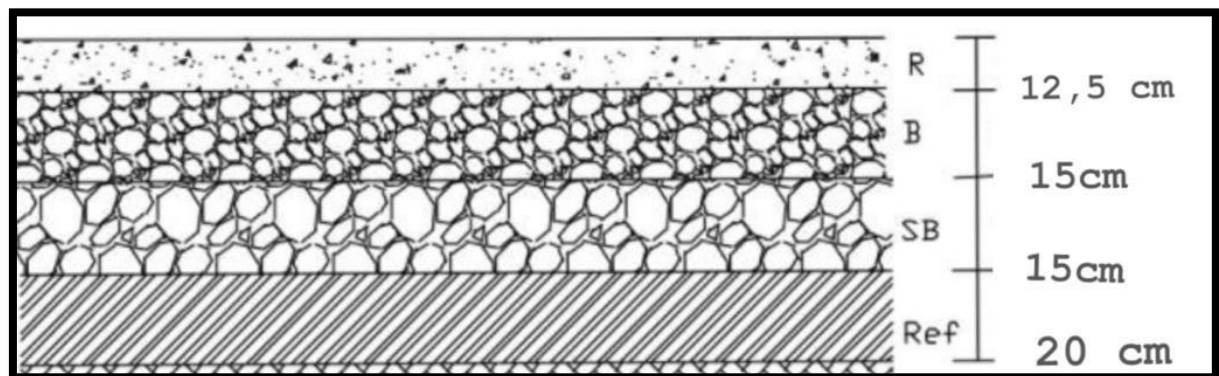
$$R \times KR + B \times KB + h20 \times Ks + H10 \times Kref \geq H4$$

$$\therefore 12,5 \times 2 + 15 \times 1 + 15 \times 1 + H10 \times 1 \geq 73$$

$$\therefore H10 \geq 18cm$$

Portanto, adota-se o valor de 20 cm para o reforço do subleito.

Figura 42: Espessuras das camadas do Pavimento Flexível



Fonte: Adaptada de Senço (2007).

4 CONCLUSÃO

O trecho estudado, no qual se trata da RJ-238 (Ceramista) estrada que liga Ururaí a localidade de Donana, é de extrema importância e um grande impacto socioeconômico para a região, ligando a BR-101 a RJ-238, evitando um alto volume de veículos dentro da cidade que tem como destino a Baixada Campista e/ou a cidade de São João da Barra, onde se encontra o Porto do Açu, o maior porto da América Latina.

O presente trabalho mostra uma análise de patologias em pavimentação asfáltica, sendo realizadas diversas observações com relação ao estado da Rodovia RJ- 238 indicando os problemas encontrados na rodovia e buscando uma maneira de solucionar-los, com as visitas técnicas realizadas a rodovia, foi constatado defeitos na superfície, falta de manutenção e má execução da recuperação da rodovia, a quantidade de patologias é enorme, portanto a construção de uma nova, é a forma mais viável de solucionar este problema.

Portanto foi necessário o estudo do trecho, de acordo com a análise do tráfego e com a contagem volumétrica do trecho, foi possível então determinar o volume médio diário de 895 veículos por dia, e com o valor de $N = 6,13 \times 10^7$ classificando um tráfego muito pesado, como também as espessuras mínimas das camadas de revestimento para a rodagem, da base, da sub-base e do reforço do subleito para suportar as solicitações necessárias oriundas do tráfego local, sendo respectivamente de 12,5cm, 15cm, 15cm e 20 cm, usando essas novas informações para propor a criação de uma nova rodovia.

5 REFERÊNCIAS

AZAMBUJA, Andrey Reichelt. PAVIMENTOS ASFÁLTICOS: ANÁLISE DE PATOLOGIAS NA REPAVIMENTAÇÃO DE TRECHOS DEVIDO A OBRAS DE REDE DE ESGOTO SANITÁRIO. Porto Alegre, dezembro 2009. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BARELLA, Rodrigo Maluf. Contribuição para a avaliação da irregularidade longitudinal de pavimentos com perfilômetros inerciais. 2008. 362 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 2008.

BALBO, J. T. Construção e Pavimentação. São Paulo/SP, USP – Curso de Engenharia Civil, Notas de aula, Junho/2017, 21p.

BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Goretti; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. Pavimentação Asfáltica – Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2010.

DER. Disponível em: www.der.rj.gov.br, acesso 15/04/2021.

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

DNIT, Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, IPR/DNIT/ABNT, Publicação 720, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

DNIT, Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos - Terminologia, Rio de Janeiro – RJ, 2003.

DNIT, Pavimentos flexíveis - Concreto Asfáltico -Especificação de serviço, Rio de Janeiro –RJ, 2006.

ROCHA, Robson Soares. PATOLOGIAS DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS E SUAS RECUPERAÇÕES. Trabalho de graduação. 2015. Universidade de Sul, Rio Grande do Sul.

ROCHA, Matheus Amaral. Caderno EAD, Estradas II.

SCALONE, Paola Arima. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO EM EMPREENDIMENTOS RESIDENCIAL E COMERCIAL EM LONDRINA/PR. Londrina 2013. Trabalho de conclusão de curso.