

**REALIZAÇÃO DA ANÁLISE TECNOLÓGICA DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS
REFERENTES A OBRA RODOVIÁRIA: ESTUDO DE CASO DA PAVIMENTAÇÃO
NO QUILOMETRO 57 LOCALIZADO NA BR-262, TREVO DE PARAJU -
MARECHAL FLORIANO/ES.**

***TECHNOLOGICAL ANALYSIS OF CONSTRUCTION PROCESSES RELATED TO
ROAD WORKS: CASE STUDY OF PAVING AT KILOMETER 57 ON THE BR-262,
PARAJU INTERCHANGE - MARECHAL FLORIANO/ES.***

Débora De Jesus Martins¹

João Victor Camilo²

RESUMO: Buscando analisar a resistência e as condições das faixas de rolamento antes da aplicação do revestimento betuminoso em um trevo de cruzamento na BR- 262, localizado no estado do Espírito Santo, este estudo concentra-se na relação entre a Brita Graduada Simples (BGS) e o Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ). Foram realizados ensaios de granulometria para avaliar a durabilidade e resistência dos materiais em relação ao suporte de tráfego. A revisão da literatura aborda a evolução da pavimentação e a importância das camadas de betão na construção de vias rodoviárias asfaltadas. A metodologia adotada é qualitativa, exploratória e de estudo de caso, com ensaios conduzidos por meio de Ensaio Marshall num laboratório de usina de asfalto. Dessa forma, os resultados dos ensaios realizados num laboratório de usina de asfalto foram analisados em função do tipo de solo, betume, granulometria dos agregados e teor de CAP a que o ambiente estará sujeito. Do ponto de vista económico, a utilização de materiais como o CBUQ mostrou-se vantajosa, dado que os custos iniciais mais elevados são compensados por benefícios a longo prazo, como uma menor frequência de reparações e uma maior eficiência no transporte. A análise da previsão da realocação do trevo também destacou o impacto positivo da medida na redução de acidentes e na melhoria da circulação rodoviária. Assim, conclui-se que a aplicação de técnicas modernas e materiais de alta qualidade na construção e manutenção de estradas é essencial para o desenvolvimento sustentável da infraestrutura rodoviária, beneficiando a sociedade em geral.

Palavras-chave: Conforto; Pavimentação; Resistência; Segurança.

ABSTRACT: In order to analyze the strength and condition of the lanes prior to the application of bituminous surfacing at an interchange on BR-262, located in the state of Espírito Santo, this study focuses on the relationship between Simple Graded Gravel (SGB) and Hot-Machined Bituminous Concrete (HMA). Granulometry tests were carried out to assess the durability and resistance of the materials in relation to traffic support. The literature review covers the evolution of paving and the importance of concrete layers in the construction of asphalt roads. The methodology adopted is qualitative, exploratory and a case study, with tests conducted using the Marshall Test in an asphalt plant laboratory. In this way, the results of the tests carried out in an asphalt plant laboratory were analyzed according to the type of soil, bitumen, aggregate granulometry and PAC content to which the environment will be subjected. From an economic point of view, the

¹ Centro Universitário Salesiano – Unisales. Vitória /ES, Brasil. debora.martins@souunisales.com.br

² Centro Universitário Salesiano – Unisales. Vitória /ES, Brasil. joao.camilo@souunisales.com.br

use of materials such as CBUQ proved to be advantageous, since the higher initial costs are offset by long-term benefits, such as less frequent repairs and more efficient transportation. The analysis of the cloverleaf relocation forecast also highlighted the measure's positive impact on reducing accidents and improving road traffic. It can therefore be concluded that the application of modern techniques and high-quality materials in road construction and maintenance is essential for the sustainable development of road infrastructure, benefiting society in general.

Keywords: Comfort; Paving;.Resistance; Safety.

1 INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas e o desenvolvimento cultural sempre foram orientados à busca da humanidade por meios de melhorar o conforto e a segurança, inclusive nos aspectos relacionados ao aprimoramento da locomoção. Desde o início da civilização humana, a construção de estradas desempenha um papel crucial no desenvolvimento socioeconômico, além de ligar regiões (Moura, 2024). No Brasil assim como em diversos países, observa-se a evolução de técnicas de pavimentação de vias, tanto na adaptação às necessidades de mobilidade e segurança dos usuários, quanto na evolução das tecnologias. Nesse contexto, busca-se desenvolver uma análise dos processos construtivos rodoviários para a implantação e realocamento de um trecho de intersecção localizado no quilômetro 57 da rodovia interestadual Br-262, no estado do Espírito Santo.

Buscando destacar a importância de estradas pavimentadas em contraste com as não pavimentadas, será discutida a aplicação de materiais como Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ) e Brita Graduada Simples (BGS) como melhoria da durabilidade e desempenho das vias.

A pavimentação asfáltica em rodovias tem diversas finalidades importantes, incluindo a melhoria da resistência e durabilidade da estrada, contribuindo para suportar cargas pesadas e prolongar sua vida útil, o que reduz a necessidade de manutenção constante (DNIT,2022). Comparativamente, as estradas não pavimentadas enfrentam desafios como problemas de drenagem e inclinações acentuadas, exigindo manutenção constante para garantir segurança de locomoção (USP, 2024).

Diante desse contexto, pavimentos que possuem camadas de reforço são mais resistentes e duráveis, que estradas naturais (Bernucci *et al.*,2022), assim é possível promover uma melhor exposição do pavimento asfáltico a agentes físicos e intempéries, como chuvas e ventos. Em trechos como o trevo de cruzamento na BR 262, é importante realizar tratamentos no solo e aplicar revestimentos para garantir a segurança dos usuários. Por conseguinte um meio plausível para tal aplicação dar- se-ia pela realização de uma análise tecnológica, sobre estradas pavimentadas e não pavimentadas, promovida por pesquisas em laboratórios para entendimento da sua qualidade e resistência, tornando-se importante monitorar o comportamento da construção de estradas recém pavimentadas para avaliar durabilidade da via incluindo redução de desconforto e os riscos para a população.

Sendo assim o artigo, busca estabelecer as vcaracterísticas positivas que uma rodovia pavimentada pode impulsionar a na locomoção da região de Mrechal Floriano, visto que para a implantação e realocação do trevo de intersecção será em uma estrada que anteriormente estava em seu estado natural, ou seja na camada de solo exposto. Desse

forma, o prolema ao decorrer do estudo será relatar a importância de uma via pavimentada versus uma sem pavimento, trazendo como objetivo comparar estes dois tipos de pavimentação.

Com enfoque na avaliação da resistência de uma estrada asfaltada considerando suas respectivas camadas de revestimento, sendo comparados os efeitos de um trecho pavimentado com um outro sem pavimentação, procedeu-se uma análise de como a BGS e o CBUQ se comportam ao serem aplicados no solo. Portanto, será avaliado o impacto dessa mudança aos usuários, buscando entender como um produto mais resistente pode melhorar a segurança e o conforto de seus usuários. Considera-se também a viabilidade da realocação do trevo em cruzamento para reduzir acidentes ocorridos na via usada anteriormente determinada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), instituição responsável pela coordenação da construção de estradas federais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 OBRAS RODOVIÁRIAS

Em termos técnicos o solo é tudo aquilo que pode ser movimentado ou rompido por ferramentas pontiagudas, por exemplo enxadas e picareta. Os solos são classificados de acordo com sua granulometria (espessura de grãos), sendo definidos como arenosos, siltosos e argilosos. Em uma rodovia é comum encontrar todos estes tipos de classificação e, para conseguir compreender o terreno que será utilizado como via rodoviária, é de suma importância um conhecimento sobre o local. No que diz respeito a rodovias, as estradas com especificações técnicas parecidas são agrupadas em diferentes categorias estabelecidas pelos mesmos critérios de projeto. Além disso, para atender às exigências de uso das vias, são definidas classes funcionais com base nas atividades que realizam (Centeno *et al.*, 2017).

O revestimento de solo é uma camada que se coloca sobre o chão de uma estrada, podendo ser mais ou menos espessa e feita com diferentes materiais. Atualmente, muitas vezes confunde-se a palavra piso com asfalto, dada a sua utilização generalizada. Contudo, a pavimentação pode ser realizada utilizando os materiais disponíveis, desde que garanta as condições de circulação necessárias em qualquer altura do ano (Rocha, 2022).

A Estrada de Rodagem União e Indústria, foi a primeira estrada pavimentada na América Latina, sendo a primeira rodovia do Brasil, que ligava Petrópolis (RJ) a Juiz de Fora (MG). “Idealizada [...] em 1860 é a primeira estrada brasileira a usar macadame como base/revestimento. Até então era usual o calçamento de ruas com pedras importadas de Portugal” (Bernucci *et al.*, 2022).

O uso das estradas é um elemento crucial para o progresso econômico de um país, permitindo a disseminação de informações, educação e acesso aos serviços de saúde, e impulsionando o crescimento industrial. Para alcançar esse crescimento, é vital investir recursos de forma adequada, estabelecer um planejamento sólido e executar as ações de maneira eficiente (Vaz, 2023).

2.2 SISTEMA RODOVIÁRIO BRASILEIRO

Durante toda trajetória para um melhor desenvolvimento e avanço de comodidade no dia a dia, o ser humano buscou meios de facilidade de conforto e segurança para si.

Segundo Moura (2024), o primeiro método de utilização do asfalto no Brasil foi a Calçada de Lorena, popularizada pelos conhecimentos de construção das estradas romanas.

Um passeio pela história da pavimentação brasileira nos leva de volta à própria história da humanidade, incluindo a colonização dos continentes, a conquista territorial, o comércio, a cultura e a religião, urbanização e desenvolvimento. Assim como as calçadas, a história também se constrói estradas esburacadas e muitas vezes formam uma passagem para explorar o passado, é por isso que são das primeiras descobertas de arqueólogos em sua busca para descobrir civilizações antigas (Bernucci *et al*, 2022).

Investimentos consistentes em infraestruturas rodoviárias no Brasil só passaram a ser feitos no século XX. Conforme Moura (2024), no começo do século XX era prática comum o emprego de camadas de macadame hidráulico ou betuminoso sobre os subleitos, pavimentando-os. Atualmente, ainda que alguns estados tenham ampliado sua malha e introduzido novas técnicas de pavimentação, a condição da malha rodoviária é ainda precária em sua maior parte, com muitos acidentes geotécnicos, quedas de pontes, taludes, etc. O quadro 1 mostra alguns pontos históricos na evolução da pavimentação no Brasil até o início do século XX.

Quadro 1 – Evolução histórica da pavimentação no Brasil

Ano	Acontecimento
1726	Caminho do Ouro – Minas ao Rio – Também chamada Estrada Real (Estrada Velha de Parati e Nova que vai para o Rio de Janeiro)
1792	Estrada Santos - São Paulo: lajes de pedra
1854	Primeira ferrovia no Brasil – Mauá a Raiz da Serra (RJ)
1865	Estrada de rodagem União e Indústria (144km) ligando Petrópolis a Juiz de Fora – primeira estrada a usar macadame como base/revestimento no Brasil pois até aqui era usual o calçamento de ruas com pedras importadas de Portugal
1906	Calçamento asfáltico em grande escala na cidade do Rio de Janeiro
1913	Rodovia Santos - São Paulo
1922	Estrada Rio - Petrópolis – Pavimento de concreto - Malha ferroviária brasileira: 3.000km
1937	Criação do DNER (atual DNIT)
1942	Contato com engenheiros norte-americanos que construíram pistas de aeroportos e estradas de acesso durante a 2ª Guerra Mundial (Belém, Fortaleza, Natal, Recife, Maceió e Salvador) – CBR. Atinge o total de 1.300 km de rodovias pavimentadas, uma das menores extensões da América Latina
1945	Rodovia Rio – Bahia
1950	Pavimentação da Rodovia Rio - São Paulo (Dutra): Sem estudo geotécnico, com espessuras constantes de 35cm (20cm de base de macadame hidráulico e 15cm de um revestimento de macadame betuminoso por penetração dosado pela regra “a quantidade de ligante é a que o agregado pede”. Melhoria das estradas vicinais
1959	Criações da Associação Brasileira de Pavimentação (ABPv);
1960	Fim do Governo de Juscelino Kubistchek- criação de Brasília – Estradas radiais e Plano Nacional de Viação. Malha ferroviária totalizava 38.000km
1964	Alguns projetos de pavimentação do Governo militar: Transamazônica, Ponte Rio – Niterói
1986	95.000km de rodovias pavimentadas: 45.000km federais e 50.000km estaduais e municipais
1988	140.000km de rodovias pavimentadas (maior extensão da América Latina) Malha ferroviária: 30.000km
1996	Inícios do programa de concessões
2002	165.000km de rodovias pavimentadas 55.000km federais 1.600.000km de rodovias não pavimentadas (federais, estaduais e municipais). Malha ferroviária: 29.000 km
2007	196.000km de rodovias pavimentadas com 55.000km federais 1.700.000km de rodovias não pavimentadas (federais, estaduais e municipais). Malha ferroviária: 25.000km. Produção de Asfalto: 1.800.000t/ano.

Fonte: Elaborado com base em Moura (2024)

A atividade de grande destaque no país é o transporte, tendo como encargo movimentar mercadorias, matérias-primas, animais e pessoas, por vitalidade impulsionar o desenvolvimento socioeconômico. Existem quatro categorias de modalidade de transporte: terrestre, aquaviário, aéreo e dutoviário (DNIT, 2022) de atualizações do Governo Federal no estado do Rio de Janeiro, em 2021, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) dedicou especial atenção à restauração da antiga BR-040/RJ, conhecida como Estrada União Indústria, rodovia que liga a cidade de Petrópolis/RJ à Juiz de Fora, em Minas Gerais. [...] A histórica rodovia é um marco da engenharia: foi a primeira estrada pavimentada da América Latina, tendo sido construída no século XIX e inaugurada por Dom Pedro II. Também em conformidade da informação a rodovia foi executada com revestimento de macadame – a pista era composta por pequenas pedras, comprimidas de forma a se encaixarem umas nas outras. (Brasil, 2021).

2.3 ETAPAS CONSTRUTIVAS DE RODOVIAS

A pavimentação de rodovias surgiu por volta de 2500AC e tornou-se crucial na vida dos seres humanos. Atualmente, o asfalto betuminoso é o tipo de pavimentação mais utilizado em vias brasileiras. Segundo Bernucci *et al.* (2022), os pavimentos asfálticos são compostos por revestimento, base, sub-base e reforço do subleito, com funcionalidades como capilaridade, compressibilidade, resistência e elasticidade.

De acordo com Alves (2019), as peculiaridades do tráfego em estradas não pavimentadas se distinguem daquelas presentes em estradas asfaltadas devido a diversos fatores, como: distintos padrões de construção; níveis de conservação; perfil dos condutores e aspectos de segurança viária. Geralmente, sua estrutura consiste em solo natural, com ou sem a adição de agregados, e sem qualquer tipo de revestimento asfáltico ou de concreto.

As camadas de criação de bases e sub-bases de pavimentações rodoviárias devem ser constituídas por britas de rochas e solos aquecidos em altas temperaturas, segundo o DNIT (2022) estas camadas puramente granulares sempre são flexíveis e estabilizadas pela compactação de um material ou mistura.

O pavimento rodoviário flexível usa asfalto como material de ligação e normalmente consiste em 4 camadas, ou seja, camada de superfície, camada de base superior, camada de base inferior e camada de subleito + reforço do subleito (Adefemi, Ajibola, 2015).

A figura 1 apresenta um esboço dessas camadas e as funções de cada camada são descritas da seguinte forma:

- (i) Camada de superfície, tem a função de camada de suporte de carga de veículos com rodas, impedindo que a água superficial entre nas camadas da estrutura subjacente e serve como camada de desgaste;
- (ii) Camada de base, tem a função de base para a camada de superfície e fornece distribuição de carga adicional para reduzir a carga de tráfego para a camada de base inferior;
- (iii) Camada de base inferior, tem a função de evitar a intrusão de finos do subleito no curso de base superior e atua como estrutura inicial para garantir que o trabalho de construção do pavimento ocorra sem problemas;

- (iv) Camada de subleito e reforço do subleito, serve como solo para apoiar a construção de estruturas do pavimento rodoviário acima.

Figura 1 – Camadas do pavimento flexível



Fonte: Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais (2024)

2.3.1 Subleito

O subleito é a camada de superfície rodoviária formada pelo terreno natural, suscetível à compactação do solo ou substituição para aumentar sua rigidez. Por meio de dados de projetos geométricos de um local é possível obter um conhecimento específico em relação ao tipo de tratamento que o terreno deverá receber (CENTENO *et al.*, 2017).

Contudo, de acordo com Santos *et al.* (2018), o solo não se resume a uma simples combinação de minerais, matéria orgânica, água e ar. Na realidade, ele é o resultado dessas interações, as quais podem ser examinadas em diferentes escalas, que vão desde o nível microscópico até uma perspectiva global, passando pelos horizontes, paisagens e regiões. Por isso, é fundamental investigar o solo não apenas considerando sua capacidade mecânica, mas também analisando suas propriedades físicas, químicas e mineralógicas, as quais são cruciais para compreender as particularidades de seu comportamento.

De acordo com Bernucci *et al.* (2022), o tipo mais comum de estradas não pavimentadas consiste de um solo corretamente nivelado, pois a qualidade e adequação da estrada depende da característica da terra em que será implantado, com isso, devem ser analisados as características físicas e químicas do terreno que sofrerá por aplicação de matérias rochosos e de petróleo, de maneira que resista a tensões de rolamento de veículos.

2.3.2 Sub-base

A sub-base asfáltica é a parte superior da base, sua composição é baseada de composto de materiais granulares, misturada com ou sem aglomerantes, como cal, Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) ou cimento Portland. Esta camada é responsável por receber

os esforços de tração e compressão das rodas provenientes dos veículos que chegam da base, sua principal função é diminuir a espessura da base e mudar a rigidez da camada.

Durante o período romano na criação de estradas pavimentadas a preocupação encontradas foram de aterros e drenagem. Em geral as fundações das vias eram realizadas por pedras grandes dispostas em linha deixando a estrutura com uma boa plataforma e possibilitando fluxos pluviais relativamente bons para um sistema de drenagem. A camada intermediária era então colocada sobre a fundação sólida (Bernucci *et al.*, 2022).

2.3.3 Base

A base de uma rodovia é a camada que recebe todos os esforços vindos da camada de ligação. Sua composição é a mesma que a da sub-base, contudo, o revestimento trata-se de uma camada menos espessa e distribui os esforços recebidos à essa. De acordo com Moura (2024) para que, uma base atenda suas funções por razões de natureza e economia é dividida em duas camadas, gerando economia.

Em consonância com dados fornecidos pelo DNIT (2022), a água da chuva penetra na base e fica retida, causando danos significativos devido às pressões hidráulicas provocadas pela carga dos caminhões. Estas pressões podem originar a total destruição do pavimento, mesmo que este tenha sido devidamente planejado.

2.3.4 Blinder ou camada de ligação

O Blinder é uma mistura de agregados e cimento asfáltico, gerando liga entre o revestimento e a base. Entre as camadas de pavimentos mencionadas é necessário a execução de um filme asfáltico conforme Moura (2024), qualquer etapa de revestimento é feita a pintura de ligação, após seu adensamento são aplicadas emulsões e imprimação com asfaltos diluídos.

Em contrapartida, a ausência de aglutinante é outro defeito significativo na construção, uma vez que a brita utilizada não ficará devidamente integrada e, conseqüentemente, se soltará prematuramente da superfície, resultando na formação de depressões (expressão técnica que também é empregada para designar buracos) (Pessoa Junior, 2019).

2.3.5 Revestimento asfáltico

Formado por mistura de agregados e cimento asfáltico. Esta camada é receptora de todas as cargas de tráfego e distribui para as camadas de estrutura. Os revestimentos nas estruturas de pavimento flexível são normalmente sujeitos a tensões de compressão e tração causadas pela flexão, enquanto as restantes camadas estão principalmente sujeitas à compressão, uma vez que são compostas por materiais granulares ou solo. Em algumas situações, uma camada localizada por baixo do revestimento pode ser feita de materiais estabilizados quimicamente para proporcionar coesão e aumentar a sua firmeza, sendo capaz de resistir a tensões de tração. Apesar de terem coesão, as camadas contendo solos finos têm uma resistência baixa à tração, ao contrário dos materiais estabilizados quimicamente (Bernucci *et al.*, 2022).

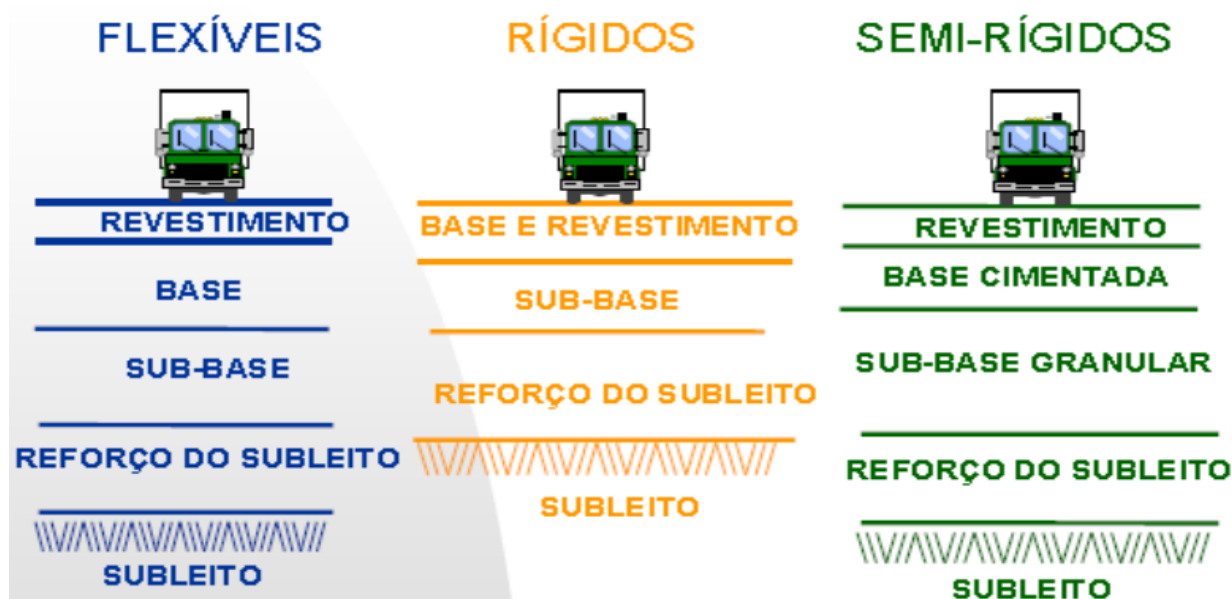
2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS

De acordo com Mendonça Filho e Azevedo (2018) pode-se classificar os pavimentos em duas categorias: flexível e rígido. Os pavimentos flexíveis são aqueles que possuem revestimento asfáltico (CAUQ) em sua composição. Os pavimentos rígidos são aqueles cujo revestimento é formado por placas de concreto de cimento Portland (PCS).

A maioria das vias pavimentadas é composta por pavimentos flexíveis, nas quais são empregados concretos asfálticos, materiais também usados normalmente na restauração da malha viária (Bernucci *et al.*, 2022). De acordo com informações da Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto (Abeda), mais de 90% das estradas pavimentadas brasileiras são de revestimento asfáltico.

Conforme dados do Departamento de Estradas e Rodagem (DER), os pavimentos são classificados de acordo com o comportamento estrutural: flexíveis - aqueles em que as deformações, até certo limite, não levam ao rompimento. São dimensionadas normalmente a compressão e a tração na flexão, provocadas pelo surgimento de deformações sob as rodas de veículos, que levam a deformações permanentes, e ao rompimento por fadiga. Já os pavimentos rígidos são aqueles pouco deformáveis, constituídos principalmente de concreto de cimento Portland, que se rompem por tração na flexão, quando sujeitos a deformações; semirrígidos – aqueles caracterizados por uma base cimentada quimicamente, como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica. Um esboço dos tipos de pavimentos é mostrado na figura 2 (Asphalt Institute, 2017).

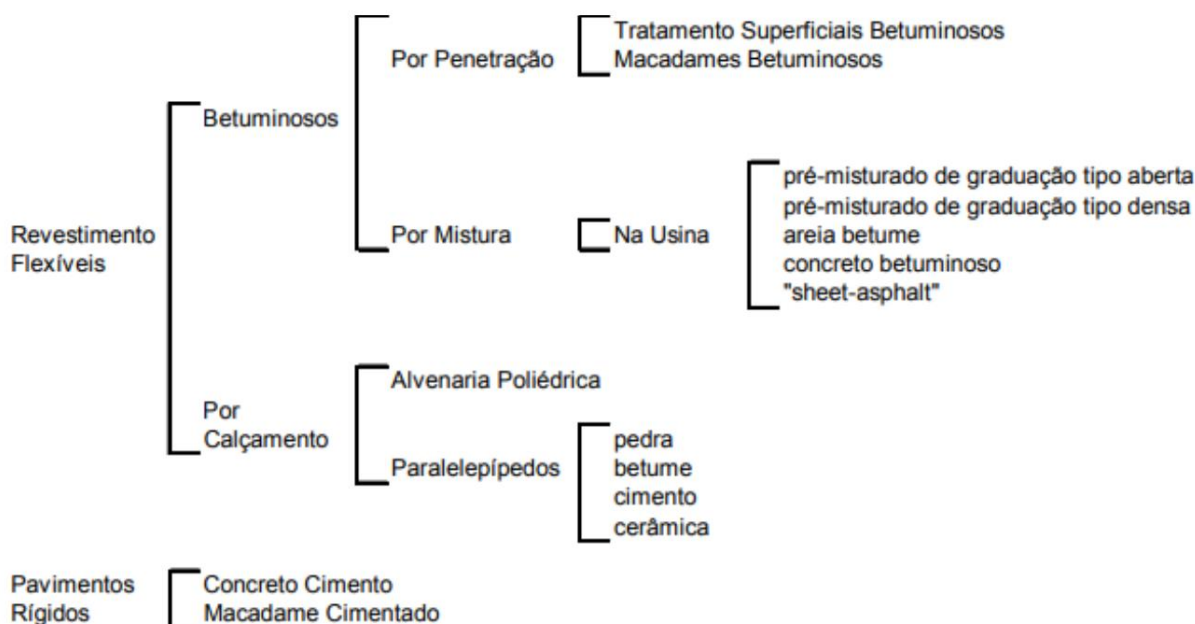
Figura 2 – Tipos de pavimentos



Fonte: ASPHALT INSTITUTE (2017)

Segundo informações do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), os revestimentos asfálticos constituem a camada de rolamento, ou seja, a camada superior de pavimentos flexíveis e pavimentos rígidos. A figura 3 apresenta os tipos de pavimentos e suas divisões.

Figura 3 – Classificação dos pavimentos



Fonte: Manual do DNIT (2022)

2.4.1 Revestimentos Flexíveis

Pavimentos flexíveis são aqueles em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas (Manual do DNIT, 2022).

2.4.1.1 Revestimentos Betuminosos

Os revestimentos betuminosos são compostos por associação de agregados e materiais betuminosos e podem ser obtidos das seguintes formas: (Manual do DNIT, 2022):

Revestimentos por penetração direta: macadame betuminoso e revestimentos por penetração indireta: tratamentos superficiais;

Revestimentos por mistura: o agregado é pré-envolvido com o material betuminoso, antes da compressão. Esse tipo de revestimento é subdividido em dois tipos: Pré-misturado a quente – quando o ligante e o agregado são misturados e espalhados na pista ainda quentes; Pré-misturado a frio – quando os tipos de agregados e de ligantes utilizados permitem o espalhamento seja feito à temperatura ambiente.

2.4.1.2 Revestimentos Flexíveis por calçamento

Nas rodovias, a utilização dos revestimentos flexíveis por calçamento caiu de forma importante, em função da descoberta do pavimento asfáltico e dos pavimentos com

concreto. Atualmente, seu uso se limita a pátios de estacionamento, vias urbanas, rampas mais íngremes, etc. Existem duas categorias desse pavimento: (Manual do DNIT, 2022):

Alvenaria poliédrica: consistem em camadas de pedras irregulares, assentadas sobre um colchão de regularização de material granular apropriado;

Paralelepípedos: são constituídos por blocos regulares, assentados sobre um colchão de regularização constituído de material granular apropriado.

2.4.2 Revestimentos Rígidos

O revestimento rígido é aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado (Manual do DNIT, 2022).

2.5 CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

O Concreto Betuminoso é uma mistura à quente, fabricado em uma usina apropriada e com características específicas, ele é composto de agregado graduado, material de enchimento (filer) se necessário e cimento asfáltico, espalhada e compactada à quente (DNIT, 2022).

Segundo Moura (2024), CBUQ é um material utilizado para revestimento de pavimentos a partir da camada de suporte e ligação rápida sob o revestimento, obtido a partir do processo de mistura de agregados minerais, pó de pedra e Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP). Este material trata de uma mistura realizada em uma usina à alta temperatura.

Concreto Asfáltico Usinado à Quente (CAUQ) e CBUQ são termos utilizados para se referir a um tipo de concreto asfáltico composto por misturas quentes com agregados de diferentes granulações. A estrutura granular pode ser densa, aberta ou descontínua, conferindo resistência e qualidade ao material. De acordo com Pessoa Junior (2019), o CAUQ é um material frequentemente utilizado em pavimentos de tráfego pesado devido à sua função estrutural. É comum que seja especificado em espessuras elevadas, porém, como não é recomendável compactar espessuras superiores a 7 cm, os projetos costumam incluir mais de uma camada. A primeira camada, chamada de ligação blinder, é mais aberta para garantir aderência com a segunda camada, a de rolamento, que possui textura mais fechada para um melhor acabamento e conforto aos usuários. O CAUQ também é recomendado para revestir vias urbanas, oferecendo menor necessidade de manutenção e maior durabilidade, além de conforto superior com menos vibração e ruído.

Bernucci *et al* (2022) argumentam que, as misturas quentes e mornas são diferenciadas em diversos tipos, de acordo com o padrão granulométrico utilizado e as exigências das propriedades mecânicas, dependendo da aplicação a que se destinam. O tipo mais comum de mistura asfáltica usada no Brasil é o Concreto Asfáltico, conhecido também como CBUQ. Este consiste na combinação adequada de agregados de diferentes tamanhos, filer e cimento asfáltico, podendo ainda conter alguns aditivos, os quais são aquecidos em temperaturas pré-determinadas com base na viscosidade-temperatura do ligante.

Cada estado por sua vez possui um ramo de diretrizes e normas a serem seguidas e de acordo com o Departamento de Estradas e Rodagens do Paraná (DER/PR- ES, 2017),

O concreto asfáltico deve ser produzido em usina apropriada, calibrada racionalmente de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura”, contudo essa diretriz deve ser imposta a todo local que utilizam do concreto asfáltico. Destarte, o Instituto de Pesquisa e Transporte contextua que: “O concreto asfáltico especial pode ser do tipo modificado por polímero ou com asfalto-borracha ou ser produzido com asfalto duro, em mistura de módulo elevado, conhecida como Enrobé à Module Élevé – EME”. (Madureira, 2022).

2.6 BRITA GRADUADA SIMPLES (BGS)

Segundo Negreiros & Nascimento (2021), a BGS, ao ser adequadamente graduada e compactada, apresenta uma resistência satisfatória, proporcionando uma estrutura mineral intertravada que estabelece uma resistência à compressão e rigidez variável inerente através do confinamento. Em consideradas vezes as bases granulares construídas por brita graduada de granulação mais abertas são utilizadas para uma maior permeabilidade.

A brita graduada simples é um dos materiais granulares mais largamente utilizados no país como base e sub-base de pavimentos asfálticos e foi introduzida na década de 1960, época em que houve um crescimento expressivo da malha rodoviária pavimentada. Esse tipo de material é dosado e homogeneizado em usinas por meio da aplicação de água juntamente com outros agregados atendendo sua faixa de utilização por meio dos requisitos estabelecidos por norma, em pavimentos asfálticos a BGS é utilizada como base ou sub-base como material permeável ou medianamente permeável (Bernucci *et al.* 2022).

Também segundo Bernucci *et al.* (2022) o transporte da brita é feito em caminhões basculantes e a distribuição do material na rodovia é feita normalmente por vibroacabadora ou motoniveladora. Para aprimoramento de fixação do insumo “a compactação é feita por rolos de pneus e/ou lisos, com vibração ou não; esta operação deve ser realizada logo após espalhamento para não perder umidade.”

2.7 SEGURANÇA E CONFORTO NAS RODOVIAS

Conforme Alves (2019), os órgãos encarregados de zelar pela manutenção da frota enfrentam os problemas de duas maneiras distintas: ou apenas respondem às reclamações sem considerar questões econômicas e de engenharia, ou levam em conta esses aspectos. Ambas as abordagens resultam em manutenções ineficazes que não só aumentam os custos do processo, mas também diminuem o valor dos serviços oferecidos à população.

De acordo com Alves (2019), a maior parte dos indivíduos que transitam por estradas não asfaltadas considera que a aplicação de asfalto no solo é a maneira mais eficaz de resolver os desafios enfrentados por essas vias.

O pavimento é formado por várias camadas de espessuras definidas, instaladas sobre a superfície preparada do solo, com o objetivo técnico e econômico de suportar as cargas causadas pelo tráfego e pelas condições climáticas, proporcionando aos usuários uma melhor experiência de condução, incluindo conforto, eficiência e segurança. (Bernucci, *et al.* 2022).

Uma estratégia adotada pelo Ministério dos Transportes consiste em revitalizar e

conservar a rede de estradas já existente, aprimorando sua operação para garantir maior segurança e comodidade aos usuários (DNIT, 2022). Dessa forma, a construção de novas rodovias visa atender a esses requisitos, uma vez que a geometria de uma estrada pode influenciar tanto na prevenção quanto no estímulo de acidentes (Silva, 2019).

Devido ao significativo aumento no fluxo de veículos nos últimos anos, a partir do final do século XX, várias rodovias e cruzamentos já alcançaram sua plena capacidade de circulação e não conseguem mais lidar com a demanda. Portanto, torna-se imperativo realizar uma nova avaliação visando aprimorar essas estruturas, com o intuito de reforçar a segurança e a fluidez do tráfego, garantindo a proteção do condutor e prevenindo acidentes e congestionamentos (Marcusso, Solek, 2021).

2.8 DEFEITOS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Khaing e Htwe (2014) explicam que, para um bom sistema de rodovias, os fatores que causam a degradação da estrada devem ser considerados. A manutenção das estradas é muito importante para a gestão do tráfego. Se o sistema de manutenção for fraco, aparecerão defeitos na estrada e os defeitos serão as principais causas de acidentes e a estrada será insegura.

Portanto, para ser um engenheiro de sucesso, uma pessoa não deve apenas ser capaz de projetar a estrada, mas também hábil para manter a estrada. O pavimento flexível falha devido a qualquer uma das falhas do subleito, sub-base ou desgaste da camada de base. A deterioração do pavimento não é apenas o resultado de um projeto ou construção deficiente, mas também é causada pelo desgaste inevitável que ocorre ao longo dos anos, variação no clima, aumento de veículos com vários eixos e tráfego pesado.

A manutenção de pavimentos asfálticos consiste em atividades rotineiras e atividades periódicas. As atividades de rotina incluem lixamento, vedação local, vedação de rachaduras, remendo de superfície de depressões de enchimento e remendo de baixo. As atividades periódicas incluem revestimento de superfície, spray de névoa e vedação de lama, revestimentos de asfalto e reconstrução de pavimentos (Mota, Souza, Marques, 2014).

Assim, a deflexão e a tensão sofridas na rodovia são calculadas usando as características estruturais da estrada. Sorum, Guite, e Martina (2014) conduziram um estudo sobre "Falhas no Pavimento". O projeto de pavimento, o processo de desenvolvimento da combinação mais econômica de camadas de pavimento, lida principalmente com o projeto de misturas de materiais e a espessura de diferentes camadas de pavimentação. O projeto do pavimento consiste principalmente em duas partes:

- (i) Projeto de mistura de materiais, a ser utilizado em cada camada composta por pavimento;
- (ii) Dimensionamento da estrutura do pavimento (dimensionamento de espessura e tipo de diferentes camadas de componentes).

Os principais fatores que devem ser considerados durante o projeto do pavimento são: clima, geometria da estrada, tráfego e posição, solo e drenagem. Nega *et al* (2015) concluem que o nível de deformação de tração no asfalto depende da temperatura e pode ser considerado esse efeito em termos do efeito da temperatura na dureza da mistura.

Tarawneh e Sarireh (2013) enfatizaram a deterioração dos pavimentos flexíveis causada por cargas de tráfego e efeitos climáticos. Esse efeito depende da tecnologia e dos materiais usados para a construção de estradas, mas os maiores efeitos dependem das cargas e volumes de tráfego. Além disso, o aumento do teor de umidade diminui a resistência do pavimento e a má drenagem também causa falha no pavimento.

Na mesma linha, o pavimento tende a rachaduras em algum momento de sua vida sob a ação conjunta do ambiente, tráfego e condições climáticas. A identificação dos usos e aplicações dos veículos (transporte industrial) é a chave para reduzir a degradação das estradas. O conhecimento do volume e tamanho do tráfego (em particular para sobrecarga) contribui para a segurança rodoviária e pode minimizar a deterioração da estrada (Cesconeto, 2020).

A política de manutenção de estradas também desempenha um papel fundamental na degradação das estradas. Zumrawi (2015) sugeriu que no pavimento ou aterro, a água desempenha um papel primordial em proporcionar uma vida útil mais curta e aumentar a necessidade de medidas de reabilitação. As fissuras permitem a entrada de umidade no pavimento, permitindo a degradação acelerada do pavimento e este é o principal problema. Isso leva à deterioração gradual da estrutura do pavimento na vizinhança das rachaduras.

Al Harthy (2017) explica que o pavimento é construído em várias camadas de diferentes materiais. A escolha do material depende das cargas de rodagem e da vida útil do projeto e das condições locais de disponibilidade de material. A estrada precisa de manutenção regular e periódica. A vida útil do pavimento flexível depende de cargas externas, condições ambientais e propriedades de engenharia dos materiais.

O solo é o material básico para a construção de estradas. O solo é o acúmulo ou deposição de materiais terrestres, naturalmente derivados da quebra de rochas ou da decomposição da vegetação, que podem ser facilmente perfurados com equipamentos de energia de campo. Antes de construir a estrada, as propriedades físicas do solo devem ser determinadas (Moura, 2018) .

2.9 IMPORTÂNCIA DA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Os tipos de revestimentos asfálticos mais utilizados nas vias urbanas e rodovias brasileiras são o concreto asfáltico usinado a quente (CAUQ) e o concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), por serem os mais rápidos para aplicação, atenderem bem aos padrões internacionais de rolagem e serem economicamente mais viáveis para estradas e rodovias.

São estruturas compostas de várias camadas, sendo o revestimento a camada responsável por receber e transmitir a carga dos veículos e servir de proteção contra o intemperismo e outras ações. Normalmente, essa estrutura é composta por (Madureira, 2022):

- um agregado miúdo (areia);
- agregado graúdo (brita) e
- um ligante (CAP – Cimento Asfáltico de Petróleo), obtido da destilação fracionada do petróleo.

A importância da pavimentação asfáltica CAUQ e CBUQ reside principalmente na

resistência e segurança. A pavimentação CAUQ é um trabalho de rápida execução que propicia resultados em pouco tempo. Não é por acaso que é a mais utilizada, isso ocorre porque, caso seja necessário fazer reparos futuros, o CAUQ é um material mais fácil de ser encontrado.

Em relação à classificação do concreto asfáltico, existem algumas faixas granulométricas com aplicações distintas, conforme mostrado no quadro 2.

Quadro 2– Faixas granulométricas

Faixa	Descrição
CBUQ Faixa C	É um tipo de pavimento que apresenta determinadas características e granulometria que os tornam ideais para a fabricação da camada de rolamento, também chamada de “capa asfáltica”, em vias urbanas e rodovias.
CBUQ Faixa B	Com uma espessura mais grossa, é um tipo de pavimento ideal para a fabricação da camada de ligação, também chamada de “binder”, em vias urbanas e rodovias.
CBUQ Faixa F	Possui uma espessura mais fina e é mais utilizada em estacionamentos, ruas, garagens residenciais e condomínios. Também conhecida como massa fina

Fonte: Elaborado com base em Madureira (2022)

3 METODOLOGIA

A classificação que será realizada será qualitativa, exploratória de estudo de caso. A denominação qualitativa será atribuída por tratar de um método que permitirá abordar o projeto da melhor maneira possível para implementar um novo projeto, com o objetivo de obter dados que possibilitem compreender o comportamento e as características da obra a ser realizada. Ao empregar essas técnicas de pavimentação e criar políticas mais eficazes para atender as demandas dos usuários da interseção do km 57.

A finalidade do estudo de caso será possível compreender um fenômeno em profundidade e informar decisões ou entendimento teórico. Por fim, será elaborado um relatório técnico com as conclusões do estudo, apresentando recomendações para a escolha do tipo de pavimento mais adequado à realidade da interseção em questão. Este artigo conterá a identificação de padrões, tendências, pontos fortes e fracos, discutindo implicações e possíveis soluções. Por conseguinte descreverá a proposta de realocação para esta rodovia com a finalidade de interagir a importância de uma nova via ao local

3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Para a realização dos levantamentos de dados, será aplicado um estudo do local por meio de um corpo técnico da empresa executora e órgão público contratante responsável, com isso obteve-se que a melhor proposta de segurança e fluxo local acarretará na adequação de um novo trevo de interseção rodoviária. A revisão da literatura foi fundamental para construir uma base teórica robusta e direcionar os experimentos com respaldo conceitual.

Durante a realização de visita técnica ao local de trabalho será acompanhada com o encarregado responsável ou engenheiro da obra. Desta maneira as informações

adquiridas sucederá realizadas por meio de conversas. Para obtenção dos resultados de ensaios técnicos, ocorrerão visitas no laboratório de solo e asfalto tendo acompanhamento do laboratorista e do auxiliar de laboratório do local.

Um dos principais ensaios mais importantes é o ensaio de Marshal, sendo essencial para garantir a resistência, segurança e durabilidade dos pavimentos, contribuindo para a qualidade das infraestruturas rodoviárias e, conseqüentemente, para a segurança da população.

3.2 AMOSTRA DE DADOS

Colocando em prática o estudo de caso será feito um formulário por meio de entrevista de moradores locais sendo este diálogo anexado em apêndice. Seguindo este padrão serão realizadas também, fotos durante o desenvolvimento do trabalho e extração de informações de empresa executora, por se tratar de uma instituição privada, essas informações não serão retratadas diretamente no estudo.

Afim de efetuação de análise, realizou-se gráficos analisando o traço e teor do CBUQ utilizado no projeto para interpretação dos padrões estabelecidos pela NBR que estavam vigentes no período. Esses gráficos serão acompanhados por ensaios de amostragem de solo e de concreto betuminoso, conforme estabelecido pela Norma DNIT 031/2024. Durante a pesquisa, o local já estará em processo de construção, de modo que a visita técnica será realizada de forma cautelosa, devido à periculosidade associada a uma obra de pavimentação.

Em contrapartida, serão apresentadas fotos durante o processo de execução do serviço deliberado para o tema. Essas fotografias serão obtidas por funcionários responsáveis pela documentação do andamento dos serviços prestados, imagens encontradas no anexo 2.

O ensaio Marshall busca estabelecer a quantidade ideal de ligante em uma mistura betuminosa, garantindo que ela seja adequada para uso em rodovias, ruas e demais vias. A mistura asfáltica é responsável por fornecer atrito, assegurando aderência e segurança. Sendo feito posteriormente a este ensaio o teste de fluência, conhecido como ensaio diametral estabelecido pela NORMA DNIT 183/2018 por meio do qual se determina o comportamento de misturas asfálticas quanto à fadiga sob um carregamento repetitivo e de tensão constante, usando o ensaio de compressão diametral de tração indireta. Desse modo retratará a importância de compactação dos materiais e agregados utilizados na pavimentação de uma via.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da situação decorrida, o estudo busca resultados positivos na comparação de pavimento com revestimento para a realocação de trecho vindos de pesquisas e testes feitos em laboratório de asfalto e solo para implantação e utilização de insumos minerais e de petróleo. O estudo de caso proposto, possui como finalidade classificar uma rodovia com pavimentação em asfalto como trajeto mais seguro e confortável em relação a uma rodovia sem pavimento. Além de, determinar a característica de resistência e durabilidade dessa via por meio de seus materiais que foram instalados para estabelecer estas características.

Com o estudo da implantação ou realocação do trecho de interseção busca-se de

resolver os problemas das comunidades locais em termos de acesso, segurança viária, qualidade de vida e desenvolvimento econômico, referindo como qualitativa. Os resultados finais, não serão apresentados dados numéricos, pois trata-se de um estudo sem fins estatísticos.

Essa investigação é essencial para estudar a introdução e mudança do trecho de interseção localizada no km 57 da BR 262. Foram envolvidas a revisão de fontes documentais, interação com profissionais experientes, visitas ao terreno, análise de registros, diálogo com partes interessadas, e exame de casos de sucesso e insucesso para extrair aprendizados. Sendo também realizado um estudo de projeto para identificar obstáculos e encontrar soluções eficientes. Os experimentos realizados foram por meio de Ensaio Marshall em um laboratório de usina de asfalto, no qual será feita análises referentes ao tipo de solo, betume, granulometria de agregados ou teor de CAP que o ambiente sofrerá.

O ensaio Marshall é um procedimento técnico importante na engenharia civil usado para avaliar misturas betuminosas, especialmente para pavimentação. Seu objetivo principal é determinar a quantidade adequada de ligante asfáltico a ser adicionado à mistura, para que o pavimento tenha as propriedades necessárias, como fluência e estabilidade. A dosagem correta do ligante é fundamental, sua quantidade pode afetar a qualidade e segurança da pavimentação. O equipamento principal é a prensa Marshall, esta encontrada no anexo 1, além de dispositivos para medir temperatura e deformações. Os materiais necessário para tal procedimento são:

- Amostra de CBUQ
- Moldes de ensaio
- Equipamento de aquecimento
- Balança 0,01 kg
- Termômetro
- Prensa
- Viscosímetro
- Banho Maria
- Soquete Marshall
- Peneiras

O processo é uma descrição do método a ser seguido para realizar o teste de forma eficaz e abrangente, dividido em etapas específicas que garantem uma precisão e resultados consistentes.

Inicialmente, é feita uma coleta de amostra na Usina de Asfalto, que é separada e pesada com aproximadamente de 1200g. A amostra é colocada na estufa com temperatura de acordo com o projeto estabelecido, (geralmente variando entre 135°C e 165°C), sendo esta indicada pelo equipamento conhecido como viscosímetro para determinar a quantidade mínima e máxima tempéria de usinagem; de moldagem em laboratório e de compactação em campo. Após essa etapa, a amostra é dividida em três partes e realizado o aquecimento do soquete Marshall e dos moldes de CBUQ, isso feito para que a amostra separada que foi quarteada não perca a sua temperatura que foi

estipulada pelo projeto.

Em seguida, coloca-se a amostra no molde e em sua superfície são executados 75 golpes com soquete Marshall em sua superfície. Após este procedimento, o molde é invertido e efetua-se mais 75 golpes sendo assim, totalizados 150 golpes no corpo de provas. Feito este processo, deixa-se repousar por 24 horas. Por conseguinte, uma porção de CBUQ é aquecida no equipamento Banho Maria a uma temperatura controlada de 60°C por 30 minutos. Por fim esse processo, o corpo de prova é submetido a uma prensa para avaliação de rompimento, permitindo a análise da fluência e da estabilidade do CBUQ. Os dados fornecem uma imagem clara da eficácia do material ao verificar se este satisfaz os padrões necessários para aplicação em pavimentação.

Assim sendo, o processo descrito garante uma avaliação minuciosa da qualidade do CBUQ para garantir que os resultados obtidos sejam uniformes e representem com precisão as condições de uso do material em projetos de pavimentação.

Este procedimento garante que as características mecânicas do CBUQ sejam avaliadas de forma adequada, contribuindo para a segurança e durabilidade das rodovias asfálticas.

4.1 ESTUDO DE CASO

A seguir são apresentadas as etapas da obra rodoviária de pavimentação realizada no quilômetro 57 da BR-262, Trevo de Paraju em Marechal Floriano/ES.

4.1.1 Localização da obra

A Figura 4 e a Figura 5 representam geograficamente a região onde se encontra o trevo de interseção, a localização da obra é um fator muito importante, devido ao conhecimento de tráfego e dos fatores climáticos devido à segurança de motoristas e pedestres que transitam o local, além de chuvas que influenciará na aplicação e qualidade de concreto betuminoso que será aplicado.

Figuras 4 e 5 – Localização de Marechal Floriano – ES no Brasil



Fonte: Google Maps (2024)

O trevo de Paraju, é uma localidade de grande influência econômica para a região serrana do Espírito Santo, este fator se dar por ser um local que passam muitos turistas,

por ser um ligante as principais cidades turísticas tradicionais do estado. Além disso é onde passa a ligação de rodovia brasileira Espírito Santo a Minas Gerais, com isso percebe-se que o ponto em estudo rodoviário é viavelmente importante no fluxo e segurança rodoviária do país. As figuras 6 e 7 apresentam o trevo do quilômetro 57, da BR 262 durante a elaboração de adequação mais viável ao local.

Figura 6 e 7 – Trevo de Paraju – km 57 da BR-262 -Marechal Floriano – ES, antes de realocação de trecho



Fonte: Google (2024)

A manutenção de estradas é um dos componentes importantes de todo o sistema rodoviário. Mesmo que as estradas sejam bem projetadas e construídas, elas podem exigir manutenção. Os procedimentos de reparo e manutenção não podem superar problemas de design ruins, mas podem ajudar a evitar esses problemas resultantes da degradação. As imagens 8 e 9 revelam a ampliação da via rodoviária para garantir uma maior segurança durante o fluxo de veículos para determinadas regiões. Além disso, para construir as estradas que têm alto volume de tráfego deve ser aumentada, a espessura da camada asfáltica deve ser aumentada em mais de 70 mm (Para evitar defeitos devidos ao alto volume de tráfego) e o nível da camada asfáltica deve estar no mesmo nível do solo ao lado da estrada.

Figuras 8 e 9 – Fase de Ampliação de Faixa de rolamento (escavação)



Fonte: Autoria própria (2024)

A importância da manutenção das estradas está relacionada a manter o nível de desempenho das estradas e garantir a segurança de seus usuários, o que demanda manutenção regular e preventiva. Para reduzir os defeitos das estradas em geral, durante a construção ou manutenção, os responsáveis devem garantir que as obras sejam executadas da maneira adequada e exigida.

As possíveis causas da deterioração na estrada ocorrem, em primeiro lugar, durante a implementação da estrada; Falha nas camadas da estrada (falha no Subleito ou outras camadas), a chegada da mistura asfáltica no local é fria, o caminho errado na fundição e compactação de asfalto e outros. Em segundo lugar, após a implementação; encolhimento térmico de materiais asfálticos (mudança de temperatura e clima), alto estresse (volume de tráfego intenso ou aumento do peso do veículo), falta de sistema de drenagem de água e muito mais. Durante o processo de visita à obra fotografou-se o adensamento do solo, sendo um importante fator para um bom desenvolvimento da via, representado este pelas figuras 10 e 11.



Figuras 10 e 11– Compactação e Adensamento de Solo

Fonte: Autoria própria (2024)

O solo de suporte sob o pavimento é chamado de subleito. O subleito compactado é o solo compactado pelo movimento controlado de compactadores pesados. Existem muitos tipos de solos que são usados na construção de estradas; os melhores são derivados da quebra de rochas figuras 12 e 13, representadas abaixo abaixo representa-se este solo suporte por meio da brita graduada simples.

Figura 12 e 13 – Aplicação de BGS para base



Fonte: Autoria própria (2024)

Como justificativa que uma entrega de pavimentação asfáltica é mais viável que uma estrada com solo exposto, foram entregues os resultados de CBUQ aplicado na nova implantação rodoviária em comparativo com as exigências advindas da especificações de normas do DNIT, nos apêndices 1 ao 7 são entregues os dados referentes ao grau de compactação e adensamento do solo, por meio do ensaio de Marshal que determina a controle de qualidade do CBUQ utilizado no novo revestimento de realocação. Como resultado final deste estudo de caso e levantamento de dados a figura 15 apresentada, demonstra as etapas final da realocação do Trevo de Parajú do município de Marechal

floriano, com isso a imagem apresenta visivelmente a importância de novas camadas de revestimento de solo para um local com um bom fluxo de veículos.

Figura 15 - Trevo de Paraju durante aplicação de nova realocação



Fonte: Autoria própria (2024)

A pavimentação asfáltica garante a resistência e segurança e os tipos mais utilizados que são CAUQ e CBUQ proporcionam maior rapidez na aplicação, além de cumprirem a padronização internacional de rolagem. Adicionalmente são mais viáveis do ponto de vista econômico.

A BR 262 é uma rodovia estratégica que liga importantes regiões do Brasil. No km 57, a interseção atual apresenta problemas de tráfego, como congestionamentos e acidentes frequentes, devido ao design inadequado do trevo. A proposta é readaptar e implantar um novo trevo de ligação para melhorar a fluidez e a segurança do tráfego. Neste estudo de caso, serão analisadas as condições atuais do trevo de ligação, com isso será proposto um projeto de readaptação que atenda às necessidades de tráfego sendo avaliados também o impacto ambiental e social da intervenção.

O trabalho de levantamento de dados seguiu um rígido perigeu para analisar o trevo e a rodovia vizinha em termos de condições. Primeiro, foi feita uma inspeção visual do trevo para detectar pontos suspeitos ou áreas críticas do pavimento que poderiam indicar deteriorações necessitando atenção especial e, segundo, dados de tráfego foram coletados, contagens de veículos e horários de pico, para traçar as regiões do fluxo rodoviário e ações nas horas de pico. Por fim, entrevistas com usuários e motoristas locais foram realizadas para obter histórias do usuário e compreender as dificuldades pelas quais estes passam ao trafegarem pela área. Estes dados coletados no meio ambiente ajudou a identificar os problemas de mobilidade e condições de comportamento local principal.

Os experimentos têm como principal finalidade confirmar se houve avanços nas características da estrada após a aplicação de brita e concreto betuminoso. A expectativa é de que este estudo corresponda a um maior conforto e segurança aos usuários da rodovia, classificando uma rodovia com pavimentação em asfalto com o trajeto mais seguro e confortável em relação a uma rodovia sem pavimento. Após a atuação do novo projeto de trevo de circulação rodoviário o número de acidentes fatais ocorrido anteriormente no mesmo, possivelmente irá reduzir, devido a uma melhor visibilidade do trecho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se no estudo a necessidade de melhoria do setor de transporte rodoviário, com o objetivo de aperfeiçoar a segurança e o conforto dos usuários das vias. Nesse contexto, a aplicação de pavimentação asfáltica, especialmente com materiais como o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), foi identificada como uma alternativa relevante, visto que amplia a vida útil das rodovias e reduz a necessidade de instruções práticas.

Além disso, a aplicação de revestimentos em áreas sem proteção contribui significativamente para a estabilidade e durabilidade das rodovias. Por exemplo, ao utilizar uma camada inicial em BGS, seguida pela aplicação de CBUQ, garante-se um sistema com múltiplas camadas de proteção, capazes de resistir tanto a agentes climáticos adversos quanto ao impacto contínuo da compressão e rolamento advindos do fluxo de veículos.

Com abordagem voltada para a avaliação da resistência de uma estrada asfaltada considerando suas respectivas camadas de revestimento, compararam-se os efeitos de um trecho pavimentado com outro sem pavimentação. Procedeu-se, assim, uma análise de como a BGS e o CBUQ se comportaram ao serem aplicados no solo, avaliando o impacto dessa mudança para os usuários e buscando entender como produtos mais resistentes podem melhorar a segurança e o conforto. Além disso, consideraram-se as exceções de realocação do trevo em cruzamentos para reduzir os acidentes ocorridos na via especificada anteriormente pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), órgão responsável pela complexidade da construção de estradas federais.

Os objetivos específicos deste trabalho incluíram avaliar a resistência das camadas de pavimentação em diferentes condições no local onde anteriormente não apresentava nenhuma camada de revestimento como proteção e conforto da estrada, comparando os desempenhos de trechos pavimentados e não pavimentados; além de, identificar os benefícios da utilização de BGS e CBUQ em relação à estabilidade e durabilidade das vias, analisando o impacto das condições das estradas na segurança e no conforto dos usuários, a fim de estudar a técnica e a economia da realocação do trevo, reduzem os índices de acidentes. Os resultados demonstraram que os objetivos do trabalho foram concluídos. Uma análise confirmou que a utilização de BGS e CBUQ contribui significativamente para a resistência e durabilidade do pavimento, além de reduzir a necessidade de manutenções frequentes. Observou-se que os materiais usados possuem alta eficiência técnica, sendo capazes de suportar cargas de tráfego intensas e condições climáticas adversas.

Sob o ponto de vista econômico, a implementação de materiais como o CBUQ mostrou-se vantajosa, com custos iniciais mais altos compensados por benefícios a longo prazo, como menor frequência de reparos e maior eficiência no transporte. A análise da previsão da realocação do trevo também destacou o impacto positivo da medida na redução de acidentes e na melhoria do fluxo viário.

Assim, conclui-se que a aplicação de técnicas modernas e materiais de alta qualidade na construção e manutenção de rodovias é essencial para o desenvolvimento sustentável da infraestrutura rodoviária, beneficiando a sociedade como um todo. É de suma importância retratar que o local deve estar sempre em observação constante para conhecer o comportamento dessa via para novos estudos.

REFERÊNCIAS

ADEFEMI, B.; AJIBOLA, I., 2015. **Avaliação de pavimento flexível de rodovias selecionadas no governo local de Ifelodun, Ikirun-Osun, sul - oeste, Nigéria.** Revista Internacional de Engenharia e Tecnologia. 5(8). P. 475- 484.

ADLINGE, S.; GUPTA, P., 2018. **Deterioração do pavimento e suas causas.**

AL HARTHY, S., 2017. **Etapas de construção da estrada interna.** [Interview]. 20th April 2017.

ALVES, Ludmila Loures. **Avaliação da necessidade de readequação de estradas rurais: estudo de caso em estrada não pavimentada no município de Monte Carmelo/MG.** 2019.

ASPHALT INSTITUTE, 2017. **Asphalt Pavement Distress Summary.**

BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros** (2º Edição). Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2022.

BRASIL, Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes. **Primeira rodovia pavimentada da América Latina, Estrada União Indústria teve segmento restaurado no Rio de Janeiro em 2021:** Travessias urbanas da BR-356/RJ em Itaperuna e Italva receberam melhorias. São Paulo, 2021.

CENTENO, L.N.; GUEVARA, M.D.F.; CECCONELLO, S.T.; SOUSA, R.O.D.; TIMM, L.C. **Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos.** Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade, v.4, n.1, p.31-37, jul. 2017.

CESCONETO, Feyp. **Patologias em pavimentos: análise das causas e origens.** Centro Universitário UNIFACVEST. Engenharia Civil. Lages/SC. 2020.

CHIELA, Lucas Mattei Filipi **Proposta de alteração geométrica para implantação de interseção rodoviária na ERS-129, município de dois lajeados-RS.** Grupo Unis, 2022.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ (DER-PR ES-P 21/17): **Pavimentação: Concreto Asfáltico Usinado à Quente.**2017, Paraná.

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Publicação IPR - 719 - Manual de pavimentação: Publicação IPR 719, 2006 (versão corrigida com a incorporação da errata 1).** Publicado em 13/05/2022 10h12. Atualizado em 05/07/2022 11h33.

ENGENHARIA RODOVIÁRIA. **Dimensionamento de Pavimento Flexível – Método do DNER.**

GENNESSEAU, Manuela de Mesquita Lopes. **Avaliação da durabilidade de**

misturas asfálticas a quente e mornas contendo material asfáltico fresado.

Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP, 2015.

KHAING, H.; HTWE, T., 2014. **Estudo de Falhas e Manutenção de Pavimentos Flexíveis.** Revista Internacional de Engenharia Científica e Pesquisa Tecnológica. 3(14). P. 2984-2990.

MADUREIRA, Letícia A. Borges. **Misturas asfálticas: Conceituação, materiais e dosagem.** IPR. Instituto de Pesquisas em Transportes. Brasília, maio de 2022.

MARCUSSO, Lucas Galvão; SOLEK, Marina Jaouhari. **Proposta de remodelação de uma interseção rodoviária na cidade de Curitiba/PR com foco na segurança dos usuários e na capacidade de tráfego.** 2018. Bachelor's Thesis. Monografia(Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MICHEL, Maria Helena. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

MEDINA, Jacques de; MOTTA, Laura Maria Goretti da. **Mecânica dos pavimentos.** 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2015. E-book.

MENDONÇA FILHO, José Moacir de; ROCHA, Eider Gomes de Azevedo. **Estudo Comparativo entre Pavimentos Flexível e Rígido na Pavimentação Rodoviária.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 06, Vol. 02, pp. 146-163, junho de 2018.

MOTA, Gabriel Luan Paixão; SOUZA, Jônatas Macêdo de; MARQUES, Carlúcio da Silva. **Patologias na pavimentação asfáltica betuminosa a frio em Palmas.** Palmas, Tocantins. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso.

MOURA, Edson. **Transportes e Obras de Terra apostila de projeto de pavimento.** Pp. 1-4, julho de 2018.

MOURA, Edson de. **Apostila de projeto de pavimento.** FATEC. Faculdade de Tecnologia de São Paulo. Transportes e obras de terra: Movimento de Terra e Pavimentação. 2º semestre / 2024.

NEGA.A.; NIKRAZ.H.; HERATH.S.; GHADIMI .B., 2015. **Identificação de falhas, análise de custos e pavimentação.** Revista Internacional de Engenharia e Tecnologia. 7(4). P. 267-275.

NEGREIROS, Felipe H. S. & NASCIMENTO, Valdeson Carvalho. **Execução e Controle de Qualidade de Base e Sub-base de Brita Graduada Simples -BGS- Em pavimento de rodovias.** Goiânia:, 2021 214 p. Tese (Doutorado) – Programa de Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica de Goiás Escola de Engenharia, Goiânia, 2021.

NORMA DNIT 183/2018-ES **Pavimentação asfáltica** - Ensaio de fadiga por compressão diametral à tensão controlada – Método de ensaio: Concreto Asfáltico-

especificação de serviço. 2018, Rio de Janeiro.

NORMA DNIT 031/2024-ES **Pavimentos flexíveis**: Concreto Asfáltico- especificação de serviço. 2024, Rio de Janeiro.

PAVEMENT INTERACTIVE. 2012. **Block Cracking**.

PESSOA JUNIOR, Elci. **Manual de obras rodoviárias e pavimentação urbana**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. E-book.

ROCHA, Eider Gomes de Azevedo. **Conceitos Básicos de Hidrologia e Drenagem para Projetos Rodoviários**. IPR. Instituto de Pesquisas em Transportes. Brasília, setembro de 2022.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SILVA, Laerte Gonçalves. **A física na prevenção dos acidentes de trânsito em uma abordagem com os alunos do 1º ano do Ensino Médio**. Mossoró-RN. 2019

SILVA, Taciano Oliveira da. **Estudo de Estradas Não Pavimentadas da Malha Viária do Município de Viçosa-MG. 2009**. 119 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pósgraduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

SORUM, N.; GUTE, T.; MARTINA, N., 2014. **Falhas no pavimento: um estudo de caso**. Revista Internacional de Pesquisa Inovadora em Ciência, Engenharia e Tecnologia . 3(4). P. 274-284.

SOUZA, M.J. **Patologias em pavimentos flexíveis**. 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2004.

VIEIRA, César A. O.; NACIMENTO, David V. da R.; BRITO, Larissa L. da L. F.; de ABREU, Eliane A. P.; **Um Breve Histórico da Infra-Estrutura e Logística na Economia Brasileira – 1994/2005**. IN: F. CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – 2.

TARAWNEH.S.; SARIREH .M., 2013. **Causes of Cracks and Deterioration of Pavement on Highways in Jordan from Contractors' Perspective**. Civil and Environmental Research. 3(10). P.16-27.

VAZ, Melissa Lima. A importância da pavimentação para a infraestrutura urbana. Aparecida de Goiânia. 2023.

ZUMRAWI. M., 2015. **Survey and Evaluation of flexible Pavement Failures**. **International Journal of Science and Research** . 4(1). p.1602-1607.

APÊNDICES

APENDICE 1

C.B.U.Q FAIXA "C"						
CONTROLE DE QUALIDADE						
Serviço: CAPA			Engenheiro: CHRYSTIAN			
Trecho: BR 262 TREVO PARAJÚ			Encarregado: BRUNO			
Extensão:			Data: terça-feira, 12 de março de 2024			
APLICADO NO SEGMENTO ENTRE AS ESTACAS:			A		DIREITO	EXTENSÃO: 0 m
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA				PERÍODO: TARDE	TEOR DE ASFALTO	
PENEIRA	RETIDO	PASSADO	% PASSADO		Amostra 01	
3/4"	0,0	888,0	100,0	Amostra com Asfalto	937,00	
1/2"	77,00	811,0	91,3			
3/8"	163,00	725,0	81,6			
4	364,00	524,0	59,0	Amostra sem Asfalto	888,00	
10	493,00	395,0	44,5			
40	683,00	205,0	23,1			
80	781,00	107,0	12,0	Peso do Asfalto	49,00	
200	838,00	50,0	5,6			
FUNDO	886	2,0	0,2	TEOR DE ASFALTO	5,23%	

Distribuição Granulométrica

Temperatura de compactação em campo: >145° C

Estabilidade	1396
Fluência	4,8

TEOR DE PROJETO

5,00%

Projeto	2"	8,8	888	180,0	180	100,0	180,0	180
100	14"	8,8	888	180,0	180	100,0	180,0	180
85,6								
80,5	12"	77	801	91,3	98	85,1	180,0	92,6
57,1								
41,7	18"	163	725	81,6	73,8	75,1	89,3	87,5
20,9								
13,6	4	366,0	528	59,8	62,3	62,0	62,8	62,1
5,6								
14,67	8							
245,43	30	483,0	385,0	44,5	46,7	41,6	41,6	46,7
216,95								
299,25	36							
151,12	20							
41,33	30							
28,62	40	683,0	285,0	24,3	29,9	36,9	24,9	29,9
93,53	50							
	60							
	80	781,0	187,0	12,8	16,6	9,8	14,8	16
	100							
	180							
	200	838,0	50,0	5,6	5,6	4,8	9,8	5,6

DENSIDADE REAL DOS AGREGADOS

B1	B0	P0	
19,00	40,00	45,00	100,00
3,016	3,018	3,018	33,138
4,973	13,254	14,911	

D.REAL 3,018

🔍	🔍	Número de acessos	🔍	Ler em voz alta	🔍	Desenvolver
---	---	-------------------	---	-----------------	---	-------------

nha acesso a alguns recursos. [Exibir permissões](#)

PROJETO

4,98%

2527

3,018

-

3,7%

12,1

16,4

77

1.401

3,77

FLUÊNCIA			
1	3,2	23,4	
0,7938			
1	0,79		
2	1,59		
3	2,38		
4	3,18		
5	3,97		
6	4,76		
7	5,56		
8	6,35		
9	7,14		
10	7,94		

5 3,989

TABELA - CORREÇÃO DA ESTABILIDADE EM FUNÇÃO DA ESPESURA DO CORPO DE PROVA

ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR
50,8	1,47	56,3	1,23	64,3	0,98
51,0	1,45	56,6	1,21	64,7	0,97
51,2	1,44	56,8	1,20	65,1	0,96
51,6	1,43	57,12	1,19	65,6	0,95
51,8	1,42	57,4	1,18	66,1	0,94
52,0	1,41	57,7	1,17	66,7	0,93
52,2	1,40	58,1	1,16	67,1	0,92
52,4	1,39	58,4	1,15	67,5	0,91
52,6	1,38	58,7	1,14	67,9	0,90
52,9	1,37	59,0	1,13	68,3	0,89
53,1	1,36	59,3	1,12	68,8	0,88
53,3	1,35	59,7	1,11	69,3	0,87
53,5	1,34	60,0	1,10	69,9	0,86
53,8	1,33	60,3	1,09	70,3	0,85
54,0	1,32	60,6	1,08	70,8	0,84
54,2	1,31	60,9	1,07	71,4	0,83
54,5	1,30	61,1	1,06	72,2	0,82
54,7	1,29	61,4	1,05	72,8	0,81
54,9	1,28	61,9	1,04	73,5	0,80
55,1	1,27	62,3	1,03	74,6	0,79
55,4	1,26	62,7	1,02	75,4	0,78
55,6	1,25	63,1	1,01	76,4	0,77
55,8	1,24	63,5	1,00	76,2	0,76
56,1	1,23	63,9	0,99		

TIPO DE PROJETO

5,00%

Projeto	2"	0,0	853	108,0	100	108,0	108,0	100
100	3/4"	0,0	853	108,0	100	108,0	108,0	100
85,6	1/2"	99	756	88,6	89	85,1	108,0	92,6
80,5	3/8"	176	677	79,6	79,6	76,1	89,1	87,9
57,1	4	361,8	482	57,7	52,1	51,0	62,0	62,1
41,7								
20,9								
13,6								
5,6								
14,67	8							
245,45	18	482,8	371,0	45,5	36,7	31,6	41,6	46,7
216,95	16							
209,25	28							
151,12	38							
41,33	48	602,8	181,0	22,6	19,9	16,9	26,9	29,9
28,62	58							
957,98	68							
	78	758,8	95,0	11,1	18,6	9,8	16,8	16
	180							
	280	808,8	45,0	5,3	9,6	4,8	9,8	7,6

DENSIDADE REAL DOS AGREGADOS

B1	80	PÓ
39,00	40,00	45,00
3,016	3,018	3,018
4,973	13,254	14,911

D.REAL 3,018

 Não acesso a alguns recursos. [Exibir permissões](#)

PROJETO

4,98%

2827

3,018

-

3,7%

12,1

16,4

77

1,401

3,77

FLUÊNCIA			
1	32	25,4	
0,7938			
1	0,79		
2	1,59		
3	2,38		
4	3,18		
5	3,97		
6	4,76		
7	5,56		
8	6,35		
9	7,14		
10	7,94		

5 3,969

TABELA - CORREÇÃO NA ESTABILIDADE, EM FUNÇÃO DA ESPESURA DO CORPO DE PROVA

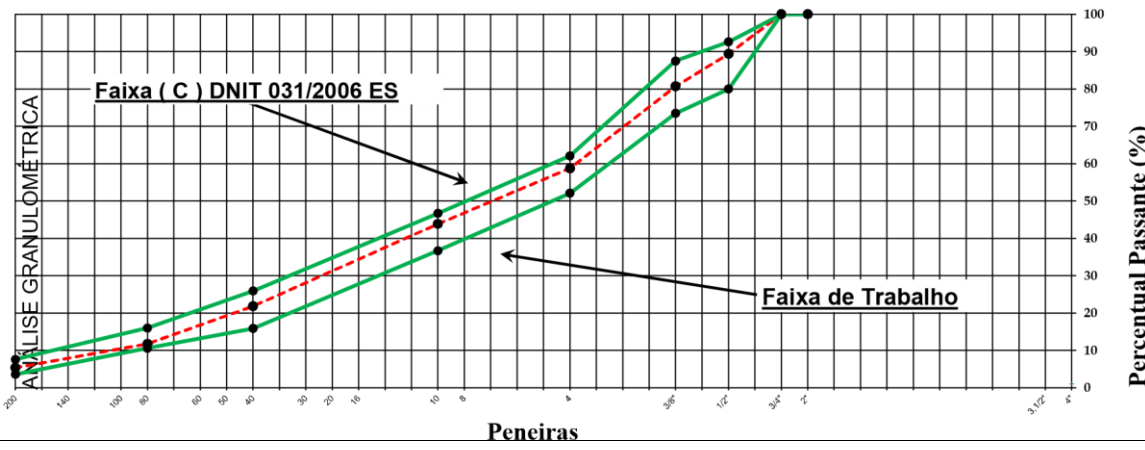
ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR
50,8	1,67	56,5	1,22	64,3	0,98
51,0	1,65	56,6	1,20	64,7	0,97
51,2	1,64	56,8	1,20	65,1	0,96
51,4	1,63	57,12	1,19	65,6	0,95
51,8	1,62	57,4	1,18	66,1	0,94
52,0	1,61	57,7	1,17	66,7	0,93
52,2	1,60	58,1	1,16	67,1	0,92
52,4	1,59	58,4	1,15	67,5	0,91
52,6	1,58	58,7	1,14	67,9	0,90
52,9	1,57	59,0	1,13	68,3	0,89
53,1	1,56	59,3	1,12	68,8	0,88
53,3	1,55	59,7	1,11	69,3	0,87
53,5	1,54	60,0	1,10	69,9	0,86
53,8	1,53	60,3	1,09	70,3	0,85
54,0	1,52	60,6	1,08	70,8	0,84
54,2	1,51	60,9	1,07	71,4	0,83
54,5	1,50	61,1	1,06	72,2	0,82
54,7	1,49	61,4	1,05	72,9	0,81
54,9	1,48	61,8	1,04	73,5	0,80
55,1	1,47	62,3	1,03	74,0	0,79
55,4	1,46	62,7	1,02	74,6	0,78
55,6	1,45	63,1	1,01	75,4	0,77
55,8	1,44	63,5	1,00	76,2	0,76
56,1	1,43	63,9	0,99		

APENDICE 3

C.B.U.Q FAIXA "C" CONTROLE DE QUALIDADE					
Serviço: CAPA			Engenheiro: CHRYSTIAN		
Trecho: BR 262 TREVO PARAJÚ			Encarregado: BRUNO		
Extensão:			Data: sexta-feira, 15 de março de 2024		
APLICADO NO SEGMENTO ENTRE AS ESTACAS:			A	DIREITO	EXTENSÃO: 0 m

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA				PERÍODO: TARDE	TEOR DE ASFALTO Amostra 01
PENEIRA	RETIDO	PASSADO	% PASSADO		
3/4"	0,0	1062,0	100,0	Amostra com Asfalto	1121,00
1/2"	113,00	949,0	89,4		
3/8"	205,00	857,0	80,7		
4	438,00	624,0	58,8		
10	596,00	466,0	43,9	Amostra sem Asfalto	1062,00
40	830,00	232,0	21,8		
80	937,00	125,0	11,8		
200	1005,00	57,0	5,4		
FUNDO	1062	0,0	0,0	TEOR DE ASFALTO	5,26%

Distribuição Granulométrica



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Faixa (C) DNIT 031/2006 ES

Faixa de Trabalho

Peneiras

Percentual Passante (%)

ESTABILIDADE MARSHALL						
CP Nº	01	02	03	Teor de CAP	5,26 %	
Espessura (cm)	5,87	5,84	5,88			
Peso ao Ar	1173	1152,00	1155,00	Dens. do CAP	1,002	
Peso Imerso	712,00	705,00	709,00			
Vol. C. Prova	461,0	447,0	446,0	Dens. Aparente	2,570	
D. Apar.(Kg/m³)	2,544	2,577	2,590			
D. Teórica (Kg/m³)	2,729	2,729	2,729	Densidade Teórica	2,729	
% Vazios	6,8	5,6	5,1			
V.C.B	13,4	13,5	13,6	Const. Prensa	2,321	
V.A.M	20,1	19,1	18,7			
R.B.V	66,4	70,9	72,7	Observações: <u>Temperatura de usinagem: 158° C a 165° C</u> <u>Temperatura de moldagem em laboratório: 155° C</u> <u>Temperatura de compactação em campo: >145° C</u> R.B.V 70,0 Estabilidade 1397 Fluência 4,8		
ROMPIMENTO						
Fluência 1/32	4,76	4,76	4,76		Vazios	5,8
Leit. Defletô.	604	605	602		V.C.B	13,5
Calculada Kg.	1402	1404	1397		V.A.M	19,3
F. Correção	1,00	1,00	1,00			
Estab. Corrig.	1397	1400	1393			

TEOR DE PROJETO

5,00%

Projeto 100 85,6 80,5 57,1 41,7 20,9 13,6 5,6	2"	8,0	1862	180,0	190	100,0	180,0	180
	3/4"	8,8	1862	180,0	190	100,0	180,0	180
	12"	113	949	89,4	98	55,1	180,0	91,6
	18"	285	857	80,7	73,8	35,1	89,3	87,8
14,67 14,67 245,43 280,18 216,95 477,65 289,25 686,38 151,12 837,42 41,33 878,75 28,62 987,37 50,53 957,98	4	438,0	628	58,8	52,2	52,6	62,8	62,1
	8	585,0	466,0	43,8	36,7	31,6	41,8	46,7
	30							
	36							
80 90 100 148 208	80	800,0	232,0	21,8	15,8	16,5	24,5	29,9
	90							
	100	900,0	125,0	11,8	10,8	9,8	14,8	16
	148							
208	1805,0	57,0	5,4	3,6	4,5	5,5	7,6	7,6

DENSIDADE REAL DOS AGREGADOS

B1	B0	PÓ	
15,00	40,00	45,00	100,00
3,016	3,018	3,018	33,138
4,973	13,254	14,911	

D.REAL 3,018

PROJETO

4,98%

2527

3,018

-

3,7%

12,1

16,4

77

1.401

3,77

FLUÊNCIA		
1	32	25,4
0,7938		
1	0,79	
2	1,59	
3	2,38	
4	3,18	
5	3,97	
6	4,76	
7	5,55	
8	6,35	
9	7,14	
10	7,94	

5 3,989

 4,7 2,757
 4,8 2,752
 5 2,747
 5 2,742
 5,2 2,732
 5,5 2,717

 Número de acessos | A Ler em voz alta | Desativar
 Não acesso a alguns recursos. [Exibir permissões](#)

TABELA - CORREÇÃO NA ESTABILIDADE EM FUNÇÃO DA ESPESURA DO CORPO DE PROVA

ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR
50,8	1,47	56,3	1,22	64,3	0,98
51,0	1,45	56,6	1,21	64,7	0,97
51,2	1,44	56,8	1,20	65,1	0,96
51,6	1,43	57,12	1,19	65,6	0,95
51,8	1,42	57,4	1,18	66,1	0,94
52,0	1,41	57,7	1,17	66,7	0,93
52,2	1,40	58,1	1,16	67,1	0,92
52,4	1,39	58,4	1,15	67,5	0,91
52,6	1,38	58,7	1,14	67,9	0,90
52,9	1,37	59,0	1,13	68,3	0,89
53,1	1,36	59,3	1,12	68,8	0,88
53,3	1,35	59,7	1,11	69,3	0,87
53,5	1,34	60,0	1,10	69,9	0,86
53,8	1,33	60,3	1,09	70,3	0,85
54,0	1,32	60,6	1,08	70,8	0,84
54,2	1,31	60,9	1,07	71,4	0,83
54,5	1,30	61,1	1,06	72,2	0,82
54,7	1,29	61,4	1,05	73,0	0,81
54,9	1,28	61,9	1,04	73,5	0,80
55,1	1,27	62,3	1,03	74,0	0,79
55,4	1,26	62,7	1,02	74,6	0,78
55,6	1,25	63,1	1,01	75,4	0,77
55,8	1,24	63,5	1,00	76,2	0,76
56,1	1,23	63,9	0,99		

APENDICE 4

C.B.U.Q FAIXA "C"						
CONTROLE DE QUALIDADE						
Serviço: CAPA			Engenheiro: CHRYSTIAN			
Trecho: BR 262 TREVO PARAJÚ			Encarregado: BRUNO			
Extensão:			Data: segunda-feira, 18 de março de 2024			
APLICADO NO SEGMENTO ENTRE AS ESTACAS:			A		DIREITO	EXTENSÃO: 0 m
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA				PERÍODO: TARDE	TEOR DE ASFALTO	
PENEIRA	RETIDO	PASSADO	% PASSADO		Amostra 01	
3/4"	0,0	1048,0	100,0	Amostra com Asfalto	1106,00	
1/2"	135,00	913,0	87,1			
3/8"	210,00	838,0	80,0			
4	458,00	590,0	56,3			
10	591,00	457,0	43,6			
40	813,00	235,0	22,4	Amostra sem Asfalto	1048,00	
80	929,00	119,0	11,4			
200	996,00	52,0	5,0			
FUNDO	1047	1,0	0,1	TEOR DE ASFALTO	5,24%	

Distribuição Granulométrica

Peneiras	Percentual Passante (%)
200	0,0
150	11,4
100	22,4
75	43,6
60	45,6
45	56,3
30	80,0
25	87,1
20	100,0
15	100,0
12	100,0
10	100,0
7,5	100,0
6	100,0
5	100,0
4	100,0
3	100,0
2	100,0
1	100,0
1/2	100,0
1/4	100,0
3/8	100,0
1/2	100,0
3/4	100,0
1	100,0
2	100,0
4	100,0
8	100,0
16	100,0
30	100,0
60	100,0
100	100,0
200	100,0

ESTABILIDADE MARSHALL						
CP Nº	01	02	03	Teor de CAP	5,24%	
Espessura (cm)	5,87	5,84	5,88			
Peso ao Ar	1170	1152,00	1151,00			
Peso Imerso	715,00	701,00	709,00	Dens. do CAP	1,002	
Vol. C. Prova	455,0	451,0	442,0			
D. Apar. (Kg/m³)	2,571	2,554	2,604			
D. Teórica (Kg/m³)	2,730	2,730	2,730	Dens. Aparente	2,577	
% Vazios	5,8	6,4	4,6			
V.C.B	13,5	13,4	13,6			
V.A.M	19,3	19,8	18,2	Densidade Teórica	2,730	
R.B.V	69,9	67,5	74,7			
ROMPIMENTO						
Fluência 1/32	4,76	4,76	4,76	Vazios	5,6	
Leit. Defletô.	603	606	601			
Calculada Kg.	1400	1407	1395			
F. Correção	1,00	1,00	1,00	V.A.M	19,1	
Estab. Corrig.	1395	1402	1390			
Observações:						
Temperatura de usinagem: 158° C a 165° C						
Temperatura de moldagem em laboratório: 155° C Temperatura de compactação em campo: >145° C						
R.B.V						70,7
Estabilidade						1396
Fluência						4,8

TEOR DE PROJETO

5,00%

Projeto 100 85,6 80,5 57,1 41,7 20,9 13,6 5,6	2"	0,0	1048	100,0	100	100,0	100,0	100
	2 1/4"	0,0	1048	100,0	100	100,0	100,0	100
	1 1/2"	135	913	87,3	89	83,3	100,0	92,6
	1 3/8"	210	838	80,0	75,5	75,5	89,1	87,5
	4	408,0	590	56,3	52,3	52,0	62,0	62,3
	8	581,0	457,0	43,6	36,7	31,6	40,6	40,7
	16	837,0	315,0	22,4	15,9	14,5	24,5	25,9
	32	1190,0	11,4	1,1	0,6	0,8	34,8	36
	60	140	5,0	0,6	0,6	4,5	8,5	7,6
	100	14,67	14,67	8	14,67	14,67	14,67	14,67
	200	245,43	245,43	10	245,43	245,43	245,43	245,43
	400	216,95	477,08	16	216,95	477,08	216,95	477,08
	800	209,25	686,30	20	209,25	686,30	209,25	686,30
	1600	151,12	837,42	28	151,12	837,42	151,12	837,42
	3200	41,35	878,75	38	41,35	878,75	41,35	878,75
	6400	28,62	907,37	48	28,62	907,37	28,62	907,37
	12800	50,53	957,00	58	50,53	957,00	50,53	957,00

DENSIDADE REAL DOS AGREGADOS

B1	B0	PÓ	
15,00	40,00	45,00	100,00
3,016	3,018	3,018	33,138
4,973	13,254	14,911	

D.REAL 3,018

ES Número de acessos A Ler em voz alta Descontar

ma acesso a alguns recursos. Exibir permissões

PROJETO

4,98%

2527

3,018

-

3,7%

12,1

16,4

77

1.401

3,77

FLUÊNCIA			
1	32	25,4	
6,7938			
1	0,79		
2	1,59		
3	2,38		
4	3,18		
5	3,97		
6	4,76		
7	5,56		
8	6,35		
9	7,14		
10	7,94		

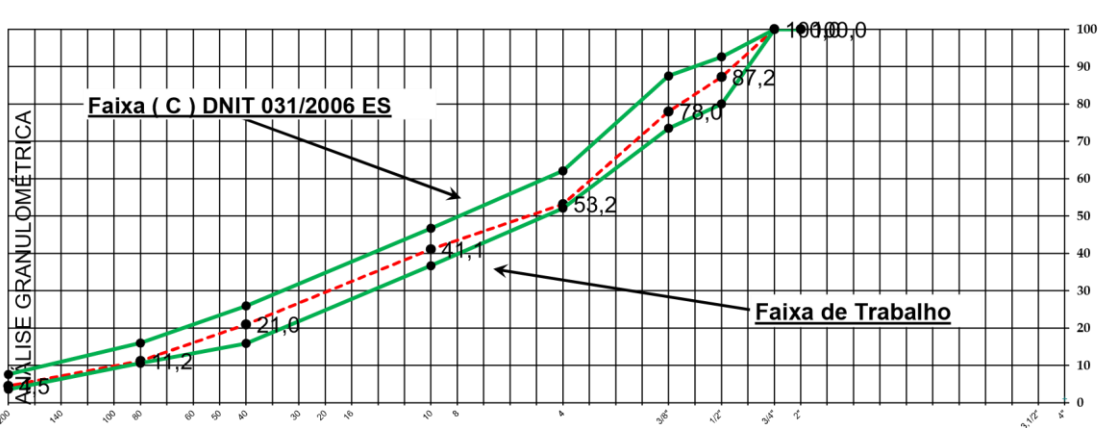
5 3,969

TABELA - CORREÇÃO DA ESTABILIDADE, EM FUNÇÃO DA ESPESURA DO CORPO DE PROVA

ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR
50,8	1,67	56,3	1,22	64,3	0,98
51,0	1,65	56,6	1,21	64,7	0,97
51,2	1,64	56,8	1,20	65,1	0,96
51,6	1,63	57,12	1,19	65,6	0,95
51,8	1,62	57,4	1,18	66,1	0,94
52,0	1,61	57,7	1,17	66,7	0,93
52,2	1,60	58,1	1,16	67,1	0,92
52,4	1,59	58,4	1,15	67,5	0,91
52,6	1,58	58,7	1,14	67,9	0,90
52,9	1,57	59,0	1,13	68,3	0,89
53,1	1,56	59,3	1,12	68,8	0,88
53,3	1,55	59,7	1,11	69,3	0,87
53,5	1,54	60,0	1,10	69,9	0,86
53,8	1,53	60,3	1,09	70,3	0,85
54,0	1,52	60,6	1,08	70,8	0,84
54,2	1,51	60,9	1,07	71,4	0,83
54,5	1,50	61,1	1,06	72,2	0,82
54,7	1,29	61,4	1,05	73,0	0,81
54,9	1,28	61,9	1,04	73,5	0,80
55,1	1,27	62,3	1,03	74,0	0,79
55,4	1,26	62,7	1,02	74,6	0,78
55,6	1,25	63,1	1,01	75,4	0,77
55,8	1,24	63,5	1,00	76,2	0,76
56,1	1,23	63,9	0,99		

APENDICE 5

C.B.U.Q FAIXA "C"					
CONTROLE DE QUALIDADE					
Serviço:	CAPA	Engenheiro:	CHRYSTIAN		
Trecho:	BR 262 TREVO PARAJÚ	Encarregado:	BRUNO		
Extensão:		Data:	terça-feira, 19 de março de 2024		
APLICADO NO SEGMENTO ENTRE AS ESTACAS:		A	DIREITO	EXTENSÃO:	0 m
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA				PERÍODO:	TEOR DE ASFALTO
PENEIRA	RETIDO	PASSADO	% PASSADO	TARDE	Amostra 01
3/4"	0,0	1063,0	100,0	Amostra com Asfalto	1122,00
1/2"	136,00	927,0	87,2		
3/8"	234,00	829,0	78,0		
4	498,00	565,0	53,2		
10	626,00	437,0	41,1	Amostra sem Asfalto	1063,00
40	840,00	223,0	21,0		
80	944,00	119,0	11,2		
200	1015,00	48,0	4,5	Peso do Asfalto	59,00
FUNDO	1063	0,0	0,0	TEOR DE ASFALTO	5,26%

Distribuição Granulométrica	
	

ESTABILIDADE MARSHALL					
CP N°	01	02	03	Teor de CAP	5,26%
Espessura (cm)	5,87	5,84	5,88		
Peso ao Ar	1175	1153,00	1152,00		
Peso Imerso	712,00	705,00	709,00	Dens. do CAP	1,002
Vol. C. Prova	463,0	448,0	443,0		
D. Apar. (Kg/m³)	2,538	2,574	2,600	Dens. Aparente	2,571
D. Teórica (Kg/m³)	2,729	2,729	2,729		
% Vazios	7,0	5,7	4,7	Densidade Teórica	2,729
V.C.B	13,3	13,5	13,6		
V.A.M	20,3	19,2	18,4	Const. Prensa	2,321
R.B.V	65,5	70,3	74,3		
ROMPIMENTO				Vazios	5,8
Fluência 1/32	4,76	4,76	4,76		
Leit. Defletô.	603	606	601	V.C.B	13,5
Calculada Kg.	1400	1407	1395		
F. Correção	1,00	1,00	1,00	V.A.M	19,3
Estab. Corríg.	1395	1402	1390		
Observações:				R.B.V	70,0
				Estabilidade	1396
				Fluência	4,8

TEOR DE
PROJETO

5,00%

Projeto	2"	0,0	1053	100,0	100	100,0	100,0	100
100	24"	0,0	1053	100,0	100	100,0	100,0	100
85,6	12"	116	927	87,2	80	83,1	88,8	92,6
80,5	18"	234	824	78,0	75,3	75,1	80,1	87,5
57,1	4	468,0	365	53,2	52,3	52,0	62,0	62,1
41,7	8							
20,9	10	626,0	437,0	41,1	36,7	31,6	41,6	46,7
13,6	16							
5,6	20							
	30							
	40	840,0	223,0	21,0	15,3	14,5	26,5	25,9
	50							
	60							
	80	944,0	119,0	11,2	10,4	9,8	16,8	16
	100							
	140							
	200	1012,0	40,0	4,0	3,6	4,0	8,0	7,8

DENSIDADE REAL DOS AGREGADOS

B1	B0	P0	
15,00	40,00	45,00	100,00
3,016	3,018	3,018	33,138
4,973	13,254	14,911	

D.REAL 3,018

123 Número de acessos A Ler em voz alta Converter
Não acesso a alguns recursos. Exibir permissões

PROJETO

4,98%

2527

3,018

-

3,7%

12,1

16,4

77

1.401

3,77

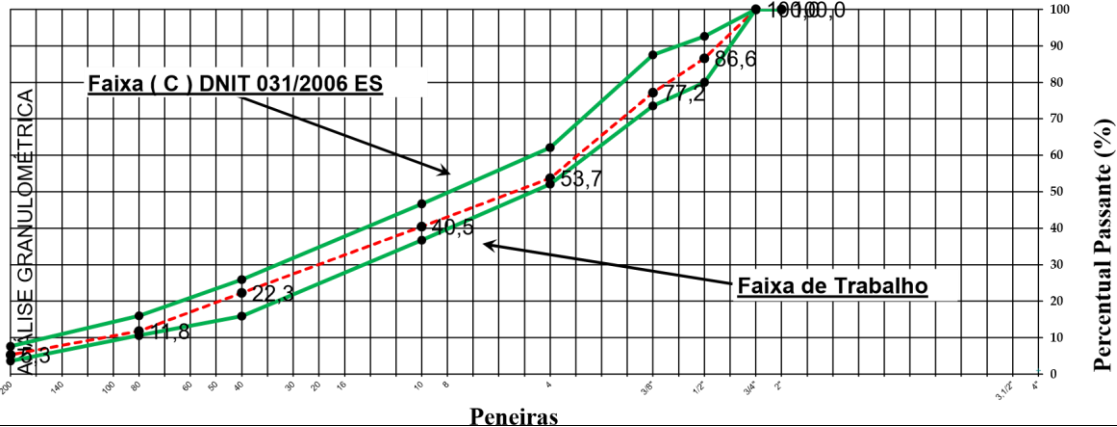
FLUÊNCIA		
1	12	25,4
0,7938		
1	0,79	
2	1,59	
3	2,38	
4	3,18	
5	3,97	
6	4,76	
7	5,56	
8	6,35	
9	7,14	
10	7,94	

5 3,969

TABELA - CORREÇÃO DA ESTABILIDADE, EM FUNÇÃO DA ESPESURA DO CORPO DE PROVA

ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR
50,8	1,47	54,3	1,22	64,3	0,98
51,8	1,45	56,8	1,21	66,7	0,97
53,2	1,44	58,8	1,20	69,1	0,96
53,6	1,43	57,12	1,19	65,6	0,95
51,8	1,42	57,4	1,18	66,1	0,94
52,0	1,41	57,7	1,17	66,7	0,93
52,3	1,40	58,1	1,16	67,1	0,92
52,4	1,39	58,4	1,15	67,5	0,91
52,6	1,38	58,7	1,14	67,9	0,90
52,9	1,37	59,0	1,13	68,3	0,89
53,1	1,36	59,3	1,12	68,8	0,88
53,3	1,35	59,7	1,11	69,3	0,87
53,5	1,34	60,0	1,10	69,9	0,86
53,8	1,33	60,3	1,09	70,3	0,85
54,0	1,32	60,6	1,08	70,9	0,84
54,2	1,31	60,9	1,07	71,4	0,83
54,3	1,30	61,1	1,06	72,2	0,82
54,7	1,29	61,4	1,05	73,0	0,81
54,9	1,28	61,9	1,04	73,5	0,80
55,1	1,27	62,3	1,03	74,0	0,79
55,4	1,26	62,7	1,02	74,6	0,78
55,6	1,25	63,1	1,01	75,4	0,77
55,8	1,24	63,5	1,00	76,2	0,76
56,1	1,23	63,9	0,99		

APENDICE 6

C.B.U.Q FAIXA "C"						
CONTROLE DE QUALIDADE						
Serviço: CAPA			Engenheiro: CHRYSTIAN			
Trecho: BR 262 TREVO PARAJÚ			Encarregado: BRUNO			
Extensão:			Data: quarta-feira, 20 de março de 2024			
APLICADO NO SEGMENTO ENTRE AS ESTACAS:			A		DIREITO	EXTENSÃO: 0 m
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA				PERÍODO: TARDE	TEOR DE ASFALTO	
PENEIRA	RETIDO	PASSADO	% PASSADO		Amostra 01	
3/4"	0,0	1095,0	100,0	Amostra com Asfalto	1156,00	
1/2"	147,00	948,0	86,6			
3/8"	250,00	845,0	77,2	Amostra sem Asfalto	1095,00	
4	507,00	588,0	53,7			
10	652,00	443,0	40,5	Peso do Asfalto	61,00	
40	851,00	244,0	22,3			
80	966,00	129,0	11,8	TEOR DE ASFALTO	5,28%	
200	1037,00	58,0	5,3			
FUNDO	1094	1,0	0,1			
Distribuição Granulométrica						
						
ESTABILIDADE MARSHALL						
CP Nº	01	02	03	Teor de CAP		5,28%
Espessura (cm)	5,87	5,84	5,88			
Peso ao Ar	1174	1153,00	1153,00	Dens. do CAP	1,002	
Peso Imerso	711,00	706,00	708,00			
Vol. C. Prova	463,0	447,0	445,0	Dens. Aparente	2,569	
D. Apar.(Kg/m³)	2,536	2,579	2,591			
D. Teórica (Kg/m³)	2,728	2,728	2,728	Densidade Teórica	2,728	
% Vazios	7,1	5,5	5,0			
V.C.B	13,4	13,6	13,6	Const. Prensa	2,321	
V.A.M	20,4	19,0	18,7			
R.B.V	65,4	71,3	73,1			
ROMPIMENTO						
Fluência 1/32	4,76	4,76	4,76	Vazios	5,9	
Leit. Defletô.	604	605	602			
Calculada Kg.	1402	1404	1397	V.C.B	13,5	
F. Correção	1,00	1,00	1,00			
Estab. Corrig.	1397	1400	1393	V.A.M	19,4	
Observações:						
Temperatura de usinagem: 158° C a 165° C					R.B.V 69,9	
Temperatura de moldagem em laboratório: 155° C					Estabilidade 1397	
Temperatura de compactação em campo: >145° C					Fluência 4,8	

TEOR DE PROJEITO

5,00%

Projeto 100 85,6 80,5 57,1 41,7 20,9 13,6 5,6	2"	0,0	0,05	100,0	100,0	100,0
	3-4"	0,0	0,05	100,0	100,0	100,0
	1-2"	0,07	0,05	85,6	85,1	82,4
	3-8"	218	0,05	77,2	56,1	47,5
	4	501,8	188	55,7	32,0	22,5
	8	652,8	443,0	40,5	31,6	16,7
	16					
	28					
	38					
	48	851,8	248,0	22,9	18,5	15,9
14,67	14,67					
245,43	245,43					
216,95	477,85					
209,25	686,38					
151,12	837,42					
41,33	878,75					
28,62	897,37					
50,53	957,98					
14						
16						
28						
38						
48						
58						
68						
78						
88						
98						
108						
118						
128						
138						
148						
158						
168						
178						
188						
198						
208						
218						
228						
238						
248						
258						
268						
278						
288						
298						
308						
318						
328						
338						
348						
358						
368						
378						
388						
398						
408						
418						
428						
438						
448						
458						
468						
478						
488						
498						
508						
518						
528						
538						
548						
558						
568						
578						
588						
598						
608						
618						
628						
638						
648						
658						
668						
678						
688						
698						
708						
718						
728						
738						
748						
758						
768						
778						
788						
798						
808						
818						
828						
838						
848						
858						
868						
878						
888						
898						
908						
918						
928						
938						
948						
958						
968						
978						
988						
998						
1000						

DENSIDADE REAL DOS AGREGADOS

B1	B0	P0
19,00	40,50	45,00
3,016	3,018	3,018
4,973	13,254	14,811

D.REAL 3,018

Esta página contém alguns recursos. Clique para mais informações.

PROJETO

4,98%

2527

3,018

-

3,7%

12,1

16,4

77

1,401

3,77

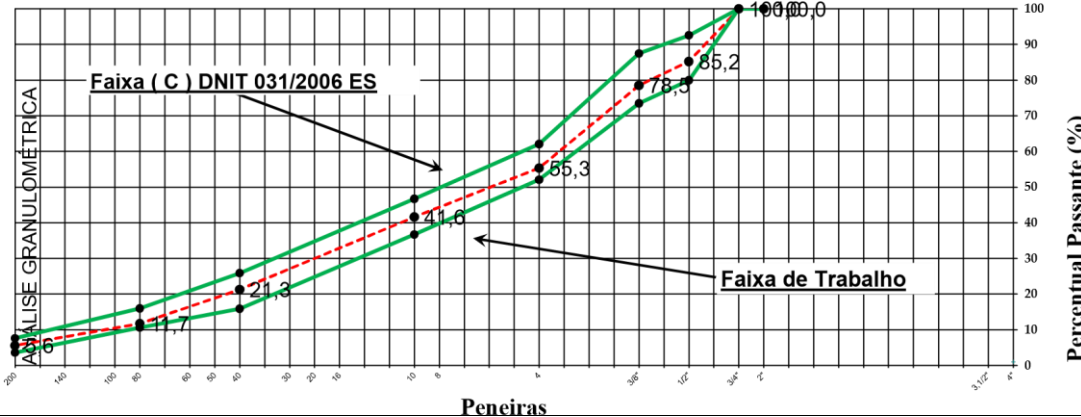
FLUÊNCIA		
1	32	25,4
1	0,79	
2	1,59	
3	2,38	
4	3,18	
5	3,97	
6	4,76	
7	5,56	
8	6,35	
9	7,14	
10	7,94	

5 3,069

TABELA - CORREÇÃO DA ESTABILIDADE, EM FUNÇÃO DA ESPESURA DO CORPO DE PROVA

ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR
50,8	1,47	50,8	1,22	64,3	0,98
51,0	1,45	50,8	1,21	64,7	0,97
51,2	1,44	50,8	1,20	65,1	0,96
51,4	1,43	51,2	1,19	65,6	0,95
51,8	1,43	51,4	1,18	66,1	0,94
52,0	1,41	51,7	1,17	66,7	0,93
52,2	1,40	51,8	1,16	67,1	0,92
52,4	1,39	51,8	1,15	67,5	0,91
52,6	1,38	51,7	1,14	67,9	0,90
52,9	1,37	51,8	1,13	68,3	0,89
53,1	1,36	51,9	1,12	68,8	0,88
53,3	1,35	51,7	1,11	69,3	0,87
53,5	1,34	51,8	1,10	69,9	0,86
53,8	1,33	51,7	1,09	70,3	0,85
54,0	1,32	51,8	1,08	70,8	0,84
54,2	1,31	51,9	1,07	71,4	0,83
54,5	1,30	51,8	1,06	72,2	0,82
54,7	1,29	51,8	1,05	72,9	0,81
54,9	1,28	51,8	1,04	73,5	0,80
55,1	1,27	51,7	1,03	74,0	0,79
55,4	1,26	51,7	1,02	74,6	0,78
55,6	1,25	51,8	1,01	75,4	0,77
55,8	1,24	51,7	1,00	76,2	0,76
56,1	1,23	51,9	0,99		

APENDICE 7

C.B.U.Q FAIXA "C" CONTROLE DE QUALIDADE					
Serviço: CAPA			Engenheiro: CHRYSTIAN		
Trecho: BR 262 TREVO PARAJÚ			Encarregado: BRUNO		
Extensão:			Data: quinta-feira, 21 de março de 2024		
APLICADO NO SEGMENTO ENTRE AS ESTACAS:			A	DIREITO	EXTENSÃO: 0 m
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA					
PENEIRA	RETIDO	PASSADO	% PASSADO	PERÍODO:	TEOR DE ASFALTO
3/4"	0,0	1254,0	100,0	TARDE	Amostra 01
1/2"	185,00	1069,0	85,2	Amostra com Asfalto	1323,00
3/8"	269,00	985,0	78,5	Amostra sem Asfalto	1254,00
4	560,00	694,0	55,3	Peso do Asfalto	69,00
10	732,00	522,0	41,6		
40	987,00	267,0	21,3		
80	1107,00	147,0	11,7		
200	1184,00	70,0	5,6		
FUNDO	1253	1,0	0,1	TEOR DE ASFALTO	5,22%
Distribuição Granulométrica					
					
ESTABILIDADE MARSHALL					
CP N°	01	02	03		
Espessura (cm)	5,87	5,84	5,88	Teor de CAP	5,22%
Peso ao Ar	1171	1153,00	1151,00	Dens. do CAP	1,002
Peso Imerso	715,00	701,00	709,00	Dens. Aparente	2,574
Vol. C. Prova	456,0	452,0	442,0		
D. Apar.(Kg/m³)	2,568	2,551	2,604	Densidade Teórica	2,731
D. Teórica (Kg/m³)	2,731	2,731	2,731	Const. Prensa	2,321
% Vazios	6,0	6,6	4,7		
V.C.B	13,4	13,3	13,6	Vazios	5,8
V.A.M	19,3	19,9	18,2	V.C.B	13,4
R.B.V	69,1	66,8	74,4	V.A.M	19,2
ROMPIMENTO					
Fluência 1/32	4,76	4,76	4,76	R.B.V	70,1
Leit. Defletô.	603	606	601	Estabilidade	1396
Calculada Kg.	1400	1407	1395	Fluência	4,8
F. Correção	1,00	1,00	1,00		
Estab. Corrig.	1395	1402	1390		
Observações:					
<u>Temperatura de usinagem: 158° C a 165° C</u> <u>Temperatura de moldagem em laboratório: 155° C</u> <u>Temperatura de compactação em campo: >145° C</u>					

TEOR DE PROJETO

5,00%

Projeto	2"	0,0	1254	180,0	100	100,0	100,0	100
100	3/4"	0,0	1254	180,0	100	100,0	100,0	100
85,6	12"	180	1008	85,2	88	85,1	100,0	92,0
80,5	18"	269	985	76,5	73,8	75,1	80,1	87,8
57,1	4	590,0	684	55,3	52,1	52,8	62,0	62,1
41,7	8							
20,9	10	732,0	522,8	41,6	36,7	31,4	41,6	46,7
13,6	16							
5,6	20							
	30							
	40	867,0	267,8	21,3	15,8	14,5	24,5	25,9
	50							
	60							
	80	1197,0	147,8	11,7	10,5	9,8	16,0	16
	100							
	140							
	200	1184,0	100	5,8	4,8	4,5	8,5	7,8

DENSIDADE REAL DOS AGREGADOS

B1	B0	P0	
15,00	40,00	45,00	100,00
3,016	3,018	3,018	33,138
4,973	13,254	14,911	

D.REAL 3,018

PROJETO

4,98%

2527

3,018

-

3,7%

12,1

16,4

77

1,401

3,77

FLUÊNCIA

1	32	25,4
0,7918		
1	0,79	
2	1,59	
3	2,38	
4	3,18	
5	3,97	
6	4,76	
7	5,56	
8	6,35	
9	7,14	
10	7,94	

3 3,969

03 03 Número de acesso 1/0 Ler em voz alta 03 03

03 03 acesso a alguns recursos. Exibir permissões

TABELA - CORREÇÃO DA ESTABILIDADE, EM FUNÇÃO DA ESPESURA DO CORPO DE PROVA

ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR	ESPESURA (mm)	FATOR
50,8	1,47	56,3	1,23	64,3	0,98
51,8	1,45	56,8	1,21	64,7	0,97
52,2	1,44	56,8	1,20	65,1	0,96
52,8	1,43	57,32	1,19	65,6	0,95
53,8	1,42	57,4	1,18	66,1	0,94
54,8	1,41	57,7	1,17	66,7	0,93
55,2	1,40	58,1	1,16	67,1	0,92
55,4	1,39	58,4	1,15	67,5	0,91
55,8	1,38	58,7	1,14	67,8	0,90
56,8	1,37	59,0	1,13	68,3	0,89
57,1	1,36	59,3	1,12	68,8	0,88
57,3	1,35	59,7	1,11	69,3	0,87
57,5	1,34	60,0	1,10	69,8	0,86
57,8	1,33	60,3	1,09	70,3	0,85
58,8	1,32	60,8	1,08	70,8	0,84
59,2	1,31	60,8	1,07	71,4	0,83
59,5	1,30	61,1	1,06	72,2	0,82
59,7	1,29	61,4	1,05	73,0	0,81
59,9	1,28	61,9	1,04	73,5	0,80
60,1	1,27	62,1	1,03	74,0	0,79
60,4	1,26	62,7	1,02	74,6	0,78
60,6	1,25	63,1	1,01	75,4	0,77
60,8	1,24	63,5	1,00	76,2	0,76
61,1	1,23	63,8	0,99		

APENDICE 8 –

FORMULÁRIO

Pesquisa: Estudo de Caso

Pesquisador (es) : Débora de Jesus Martins

Data da aplicação: 20/09/2024 á 10/10/2024

Nome:

Idade:

1. Quais melhorias no local em relação ao trecho anterior?
2. O local ficou mais seguro após esta nova adaptação?
3. Tem alguma ideia de melhoria?
4. O fluxo de trânsito melhorou? A sinalização local está de fácil entendimento?
5. Quais pontos negativos existiam antes da obra? E agora quais os pontos negativos após a obra?
6. O novo modelo de intersecção atendeu as necessidades por esperadas?
7. Você como morador(a) local viu quais pontos positivos ou negativos no local? Durante o desenvolvimento da obra houve alguma preocupação de acesso ou impacto social?

APENDICE 9

Equipamentos utilizados para ensaio

PRENSA HIDRÁULICA



Fonte: Autoria Própria

SOQUETE MARSHAL



Fonte: Autoria Própria

BANHO MARIA



Fonte: Autoria Própria

ESTUFA

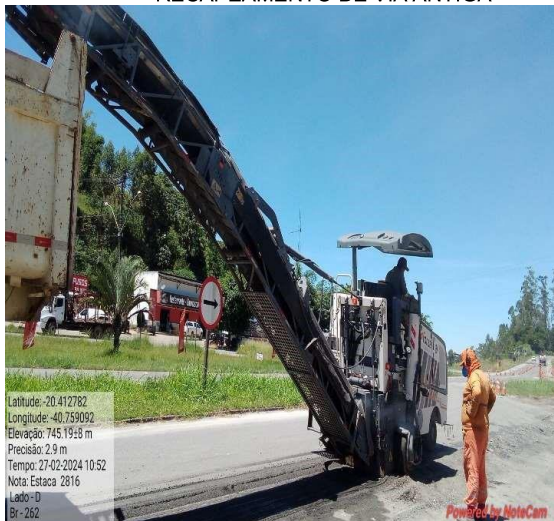


Fonte: Autoria Própria

APENDICE 10

Etapas de elaboração da obra

RECAPEAMENTO DE VIA ANTIGA



Fonte: Autoria Própria

RECAPEAMENTO DE VIA ANTIGA



Fonte: Autoria Própria

AMPLIAÇÃO DA RODOVIA



Fonte: Autoria Própria



Fonte: Autoria Própria