
ARQUITETURA E ENGENHARIA CIVIL contemporânea: inovação, tecnologia e sustentabilidade

Adriano Mesquita Soares
(Organizador)

Direção Editorial

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Organizador

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Capa

AYA Editora

Revisão

Os Autores

Executiva de Negócios

Ana Lucia Ribeiro Soares

Produção Editorial

AYA Editora

Imagens de Capa

br.freepik.com

Área do Conhecimento

Engenharia

Conselho Editorial

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Andréa Haddad Barbosa

Universidade Estadual de Londrina

Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos

Instituto Federal do Amapá

Prof.º Dr. Carlos López Noriega

Universidade São Judas Tadeu e Lab. Biomecatrônica - Poli - USP

Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva

Centro Universitário FACEX

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chirolí

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis

Universidade do Estado de Minas Gerais

Prof.ª Ma. Denise Pereira

Faculdade Sudoeste – FASU

Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig

Universidade Federal do Paraná

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos

Universidade Federal do Amapá

Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva

Universidade Estadual de Londrina

Prof.º Dr. Gilberto Zammar

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, IF Baiano - Campus Valença

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso

Universidade de Santa Cruz do Sul

Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Me. Jorge Soistak

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Ubajara

Prof.º Me. José Henrique de Goes

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti

Universidade Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim

Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.ª Ma. Lucimara Glap

Faculdade Santana

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues

Universidade Norte do Paraná

Prof.º Me. Milson dos Santos Barbosa

Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ITP

Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes

Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Me. Pedro Fauth Manhães Miranda

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes

*Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus
Parauapebas*

Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira

Instituto Federal do Acre

Prof.ª Ma. Rosângela de França Bail

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

Universidade Federal do Piauí

Prof.ª Ma. Silvia Aparecida Medeiros

Rodrigues

Faculdade Sagrada Família

Prof.ª Dr.ª Silvia Gaia

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda

Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues

Instituto Federal de Santa Catarina

Prof.º Dr. Valdoir Pedro Wathier

*Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional,
FNDE*

© 2021 - **AYA Editora** - O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). As ilustrações e demais informações contidas desta obra são integralmente de responsabilidade de seus autores.

A772 Arquitetura e engenharia civil contemporânea inovação, tecnologia e sustentabilidade [recurso eletrônico]. / Adriano Mesquita Soares (organizador) -- Ponta Grossa: Aya, 2021. 223 p. – ISBN 978-65-88580-77-6

Inclui biografia

Inclui índice

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

DOI 10.47573/aya.88580.2.48

1. Engenharia civil. 2. Materiais de construção. 3. Concreto. 4. Geração de energia fotovoltaica. 5. Sistemas de energia fotovoltaica. 6. Engenharia elétrica. 7. Energia solar. 8. Acidentes – Prevenção. 9. Estações meteorológicas. 10. Arquitetura. I. Soares, Adriano Mesquita. II. Título

CDD: 624

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

International Scientific Journals Publicações de Periódicos e Editora EIRELI

AYA Editora©

CNPJ: 36.140.631/0001-53

Fone: +55 42 3086-3131

E-mail: contato@ayaeditora.com.br

Site: <https://ayaeditora.com.br>

Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

84.071-150

01

Comparação de mistura asfáltica usinada a quente sem material fresado e mistura asfáltica com substituição com material fresado

Comparison of hot machined asphalt mixture without milled material and asphalt mixture with replacement with milled material

Lucas Moreira Pasinatto

Acadêmico de Engenharia Civil, UDC, Medianeira – PR

Eduardo Damini

*Engenheiro Civil, Mestre, Professor do Curso de Engenharia Civil, UDC,
Medianeira – PR*

DOI: [10.47573/aya.88580.2.48.1](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.48.1)

Resumo

Buscando a evolução na infraestrutura rodoviária, cada vez mais, percebe-se à necessidade de utilização de novos materiais e métodos. Outro fator importante é a questão ambiental, pois o CAP é derivado de petróleo, também diminuir as explorações de jazidas de rochas. O objetivo será a verificação da viabilidade técnica, substituição de agregado convencional por material fresado, analisando o desempenho mecânico, parâmetros da mistura e a influência da substituição do material. A comparação será feita com um projeto já conhecido que atende todas as normas do DNIT, partindo deste projeto foi feito a substituição de 15%, 25% e 35% por material fresado. Através de esses projetos analisar os resultados se obtenha resultados melhores ou não, visto que o agregado já irá possuir um teor de CAP incorporado, em contrapartida sabe-se que haverá uma grande variação granulométrica devido ao processo de fresagem, podendo assim causar variação da composição do projeto. Foram realizados ensaios de desempenho mecânico, análise dos parâmetros da mistura e analisar a substituição. Conclui-se a partir dos ensaios realizados os resultados foram satisfatórios e mostrou que é possível realizar a substituição atendendo todas as especificação normativos.

Palavras-chave: mistura asfáltica. fresagem. reciclagem.

Abstract

Seeking the evolution of road infrastructure, increasingly, it is perceived the need to use new materials and methods. Another important factor is the environmental issue, as the CAP is derived from oil, it also reduces the exploration of rock deposits. The objective will be to verify the technical feasibility, replacement of conventional aggregate by milled material, analyzing the mechanical performance, mixing parameters and the influence of material replacement. The comparison will be made with an already known project that meets all DNIT standards, starting from this project, 15%, 25% and 35% were replaced by milled material. Through these projects, analyzing the results to obtain better results or not, since the aggregate will already have a content of CAP incorporated, on the other hand, it is known that there will be a large grain size variation due to the milling process, which may cause compositional variation from the project. Mechanical performance tests were performed, the parameters of the mixture were analyzed and the substitution was analyzed. It was concluded from the tests performed the results were satisfactory and showed that it is possible to perform the substitution according to all normative specifications.

Keywords: asphalt mixture. milling. recycling.

INTRODUÇÃO

O tema surgiu com objetivo de analisar o potencial de material que hoje é pouco utilizado e que pode gerar economia e melhor desempenho da mistura asfáltica. Em países de primeiro mundo esse método já é utilizado, principalmente para baratear o custo da pavimentação que hoje ainda é considerado um custo caro devido ao alto custo do CAP.

No Brasil, a infraestrutura é bem defasada, mesmo sendo a maior matriz de transporte do país, isso gera uma grande expectativa de evolução na parte de infraestrutura.

O pavimento é uma estrutura formada de múltiplas camadas e espessuras feitas sobre a última camada da terraplanagem. Com função de resistir e distribuir os esforços do tráfego de veículos acima no pavimento, também busca proporcionar um melhor conforto para o usuário da via.

No Brasil o pavimento mais utilizado é o pavimento do tipo flexível, que é baseado na utilização de CAP que é derivado de petróleo e que é um material fóssil, com isso também tem uma questão ambiental, pois o petróleo é um material não renovável. Com isso precisamos encontrar um jeito de reaproveitar o máximo do material, de um jeito que não afete o produto final.

“A utilização de materiais provenientes da reciclagem pode se tornar uma aplicação construtiva com boa aceitação no setor rodoviário, além de contribuir na política de sustentabilidade (CENTOFANTE, 2016, p. 13)”.

Um das principais ideias para a reutilização é, utilizar o material fresado para fazer novamente uma mistura. Com isso vamos analisar o que acontece com a mistura, utilizando o material fresado, e fazer uma comparação com a mesma mistura sem a utilização de fresado, e então apresentar uma comparação entre as misturas asfálticas buscando mostrar se houve alguma melhoria em relação a suas características físicas como: Estabilidade Marshall, Fluência, Resistência à tração por compressão diametral.

Dessa forma, o trabalho tem como objetivo principal verificar a viabilidade técnica da substituição de agregado pétreo convencional por material fresado no concreto asfáltico. Com o propósito de analisando o possível potencial de material que pode gerar uma grande economia e melhoraria no desempenho da mistura asfáltica, e assim reaproveitar uma matéria prima de material fóssil que ajuda o meio ambiente.

BASE TEÓRICA

Segundo o DNIT (2006), a reciclagem dos pavimentos consiste em uma solução para alguns problemas encontrados nos grandes centros urbanos e, ainda oferece inúmeras vantagens em relação à utilização de matérias virgens convencionais. Entre os benefícios da reciclagem está à conservação de agregados, ligantes e de energia, bem como a preservação ambiental e, também a restauração das condições geométricas existentes, além da diminuição dos custos com a implantação.

Um estudo realizado em 1997 pela FHWA explica que alguns benefícios do material reciclado são bem maiores do que apenas redução de custos. A reciclagem dos pavimentos é

uma alternativa útil, pois reduz a utilização de agregados virgens e a quantidade de ligante asfáltico necessária na produção de misturas asfálticas.

De acordo com Brosseaud (2011), o surgimento da reciclagem das matérias na pavimentação corresponde à necessidade de proteger o meio ambiente, economizando em matérias provenientes de recursos naturais.

Ainda segundo DNIT (2006), além da reutilização dos agregados proporcionarem uma diminuição na demanda de novas matérias, bem como prolongando o tempo de exploração das jazidas existentes, a reutilização dos ligantes constitui uma nova vantagem considerada, também de grande importância. Logo, como a reutilização do asfalto envelhecido, pode-se reduzir a quantidade de asfalto novo para a restauração do pavimento. Além disso, como a adoção de técnicas de reciclagem, é possível que as condições geométricas da pista sejam mantidas ou modificadas com facilidade.

Para Suzuki *et al.* (2004) a restauração de pavimentos utilizando a técnica de reciclagem consiste em um método bastante promissor quando a superfície a qual será reciclada apresenta grau de fissuramento acentuado, o qual possa ser conduzido ao problema de reflexão de trincas nas camadas subjacentes dos reforços, ou, ainda, que exija espessuras elevadas de recapeamento. Além disso, reciclagem é designada como alternativa para a reabilitação de pavimentos, à medida que é utilizada a reutilização dos materiais constituintes do próprio pavimento para fins de trabalhos de reconstrução e conservação, o que propicia uma melhora na redução da demanda de matérias novas e, ainda prolongando o período de exploração e fornecimento nas jazidas e pedreiras.

DNIT (2006), através do manual de restauração de pavimentos, aborda a reciclagem como uma solução para muitos problemas de pavimentação e oferece, ainda as técnicas de aplicação de acordo alguns critérios estabelecidos:

- Observação dos defeitos dos pavimentos;
- Determinação das causas prováveis dos defeitos, baseada em estudos laboratoriais e de campo;
- Informações de projeto e histórico das intervenções de conservação;
- Custos;
- Histórico do desempenho do pavimento;
- Restrições quando à geométrica da rodovia (horizontal e vertical);
- Fatores ambientais;
- Tráfego.

Conforme Brosseaud (2011), há uma grande quantidade de técnicas de reciclagem as quais se pode utilizar material asfáltico fresado, o RAP - *Reclaimed Asphalt*, como é conhecida internacionalmente, onde o desenvolvimento da reciclagem é muito variável de um país para o outro, ou mesmo de região para região. Nos Estados Unidos, os materiais mais reciclados são as misturas asfálticas, sendo mais de 80 milhões de toneladas por ano, o que representa aproximadamente, duas vezes mais que os materiais (papéis, vidros, plásticos e alumínio) os quais, juntos se somam 40 milhões de toneladas por ano.

Reciclagem de pavimentação em usinas a quente nesse método, o RAP é combinado com agregados virgens e cimento asfáltico, pode ser reciclado tanto em usina gravimétrica quanto volumétricas. O RAP é geralmente obtido através da fresagem do pavimento ou por processo de trituração.

Importância ambiental, há muitas vantagens em se aplicar a reciclagem de pavimentos, entre elas podemos citar a reutilização dos agregados dos pavimentos degradados, diminuindo a demanda de novos materiais (preservando o meio ambiente, diminuindo a exploração de jazidas e geração de resíduos passivos), além disso, o ligante remanescente do revestimento degradado pode ter suas propriedades restabelecidas pela adição de asfalto novo ou rejuvenescedor.

Pavimento flexível é aquele em que seu revestimento asfáltico é composto por misturas de ligantes asfáltico e agregado. De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), os pavimentos flexíveis são aqueles compostos por uma camada superficial asfáltica – revestimento, apoiadas em camadas de base, sub-base e de reforço do subleito, constituídas por materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem adição de agentes cimentícias, e que sob carregamento sofre deformação elástica em todas as camadas.

Manutenção de pavimentação flexível, ao longo do tempo, a vida útil do pavimento flexível vai se esgotando devido ao grande esforço gerado pelo tráfego de veículos, com isso é preciso fazer as manutenções necessárias, algumas das principais manutenções feitas no Brasil são: remendo localizado, recuperação superficial e restauração, ambas consistem em retirar parte ou toda a camada de rolamento e substituir esse material comprometido.

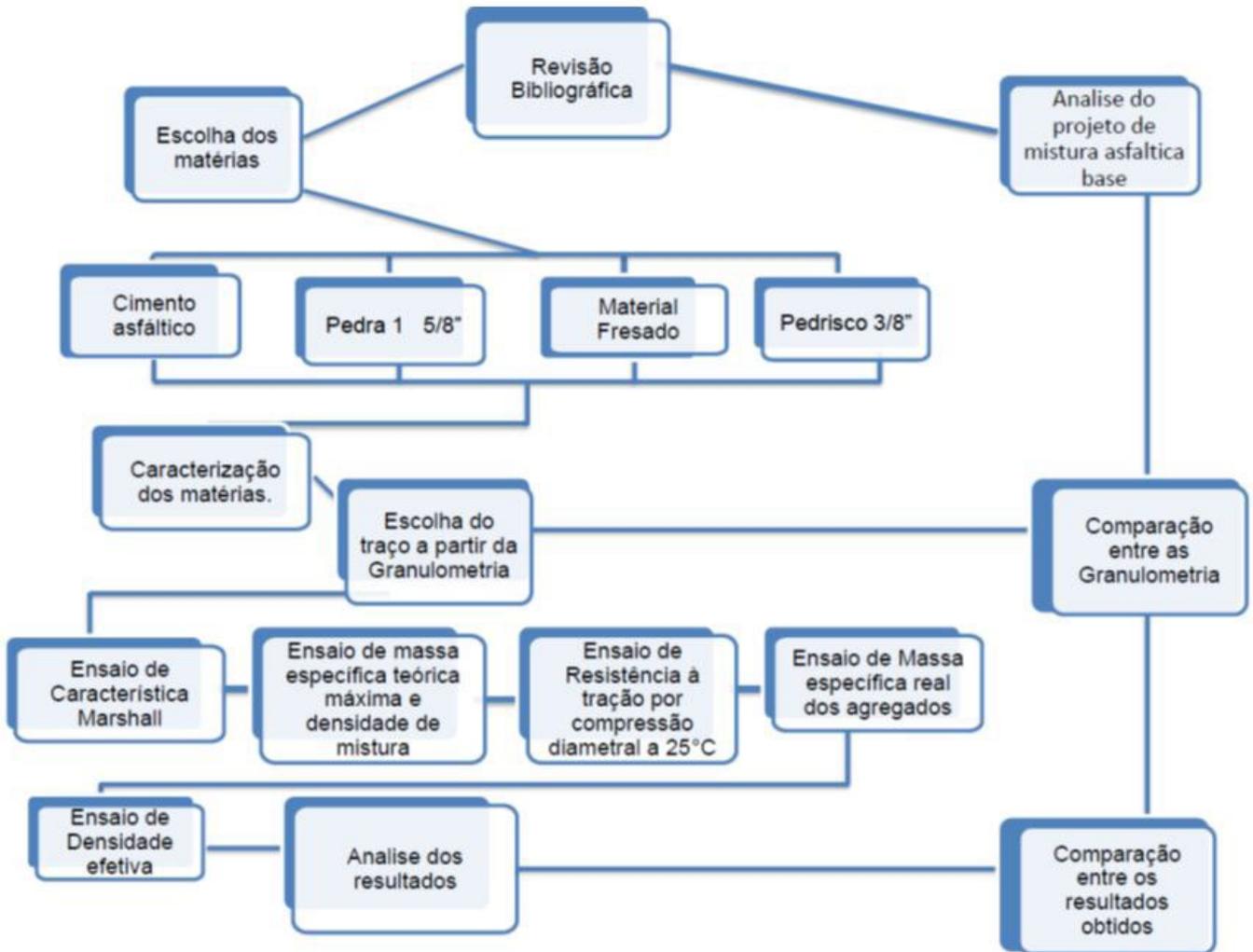
Descrições das principais manutenções se constitui no conjunto de operações que de desenvolvidas objetivadas manterem ou elevar, a níveis desejáveis e homogêneos, as características gerais de desempenho, segurança, conforto e economia do pavimento, as principais manutenções são:

- Remendo localizado: É um conjunto de operações destinadas a corrigir a manifestação de ruína específica ocorrentes no nível do pavimento flexível, essa operação é considerada de porte pequeno.
- Recuperação superficial: É um conjunto de operações destinadas a corrigir falhas superficiais tais como fissuração, desagregação, desgastes e trilhos de roda de até 2,5 cm.
- Restauração: É um conjunto de operação destinado a restabelecer o perfeito funcionamento do pavimento, podendo remover uma ou mais camadas e substituição das mesmas.

METODOLOGIA

O cristeiro de avaliação das misturas asfálticas sera baseado em 3 partes: Desempenho mecânico, Parâmetros da misturas e Influência das substituição. Todo o estudo foi realizado em laboratório.

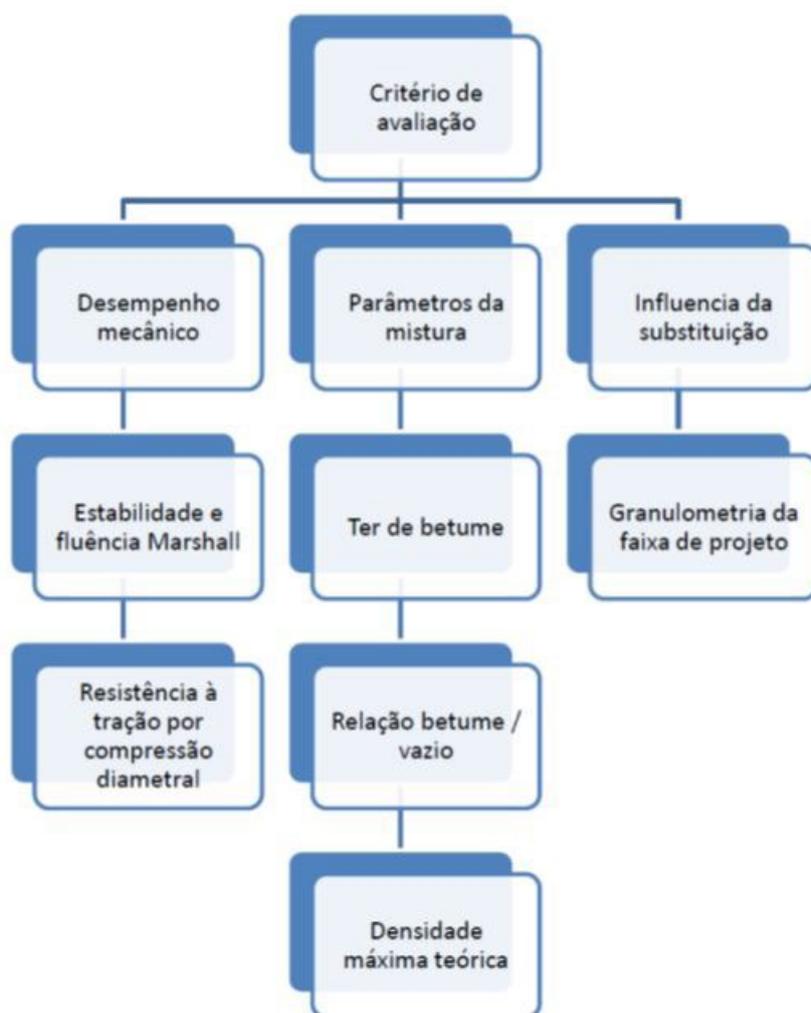
Figura 1 – Método adotado



Fonte: Autor, 2021

Inicialmente foram definidas os matérias que seriam utilizados para a elaboração do trabalho para a serem desenvolvidos os projetos de mistura asfáltica para analisar a influência da substituição do material fresado, e realizar a uma comparação entre os projetos com a substituição de material fresado e sem a substituição de material fresado.

Figura 2 - Critério de avaliação



Fonte: Autor, 2021

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dosagem de teor de betume, para podermos fazer a dosagem dos teores de betume com a substituição de material, foi preciso levar em consideração o teor de betume que já existia no agregado, e fazer a dosagem apenas da diferença de betume para realizar a dosagem Marshall.

Como podemos observar nas tabelas a seguir:

Tabela 1 - Teor ótimo de dosagem do projeto com substituição de 15 %

Teor ótimo de Dosagem 4,2 (%)	
Teor médio de material fresado (%)	2,5
% de material fresado na mistura (%)	15
Teor de médio em 15% (%)	0,38
Teor final da mistura (%)	4,58

Fonte: Autor, 2021

Tabela 2 - Teor ótimo de dosagem do projeto com substituição de 25 %

Teor ótimo de Dosagem 3,8 (%)	
Teor médio de material fresado (%)	2,5
% de material fresado na mistura (%)	25
Teor de médio em 25% (%)	0,63
Teor final da mistura (%)	4,43

Fonte: Autor, 2021

Tabela 3 - Teor ótimo de dosagem do projeto com substituição de 35 %

Teor ótimo de Dosagem 3,4 (%)	
Teor médio de material fresado (%)	2,5
% de material fresado na mistura (%)	35
Teor de médio em 35% (%)	0,88
Teor final da mistura (%)	4,28

Fonte: Autor, 2021

Estabilidade e fluência Marshall para a realização desses ensaios foi utilizado 3 CPs de cada teor de betume para a determinação da fluência e estabilidade. No projeto sem a substituição de material fresado a estabilidade com o melhor resultado foi encontrada com o teor de 3,5%, porém com seu teor ótimo de projeto a estabilidade é de 1,265. Já a fluência o melhor resultado como já esperado foi encontrado com o maior teor de 5,5%, porém o utilizando o teor ótimo de projeto a fluência encontrada foi de 3,5 mm.

No projeto com a substituição de 15% de material fresado o melhor resultado da estabilidade foi encontrado com o teor de 4,5 %, já com o seu teor ótimo de projeto a estabilidade encontrada foi de 1,321. Já a fluência o melhor resultado foi encontrado com o teor de 5,5%, porém utilizando o teor ótimo de projeto à fluência é de 3,49 mm. No projeto com a substituição de 25% de material fresado o melhor resultado da estabilidade foi encontrado com o teor de 4,5 %, já com o seu teor ótimo de betume a estabilidade encontrada foi de 1,251. Já a fluência o melhor resultado foi encontrado com o teor de 5,00%, com, porém utilizando o teor ótimo de projeto à fluência é de 3,52 mm.

E no projeto com a substituição de 35% de material fresado o melhor resultado da estabilidade foi encontrado com o teor de 3,00 %, já com o seu teor ótimo de betume a estabilidade encontrada foi de 1,070. Já a fluência o melhor resultado foi encontrado com o teor de 5,00%, porém utilizando o teor ótimo de projeto à fluência é de 3,49 mm.

Volume de vazios, no comparativo entre os volumes vazio de cada projeto podemos verificar que todos os projetos ficaram dentro da especificação da norma que é de 3% a 5%, o com o menor volume de vazio foi o projeto com 15% de substituição que chegou em 3,67% de volume de vazio, com seu teor ótimo, que chegou a dar 0,64% de diferença em comparação ao projeto sem a substituição de material fresado que apresentou 4,31% de volume de vazio no seu teor ótimo, já os projeto com substituição o volume de vazios ficou em 4,43 %, o projeto com 35% de substituição foi o projeto que apresentou um maior volume de vazio o resultado encontrado foi de 4,44%, sendo assim o único projeto com substituição que apresentou um volume de vazios maior do que o projeto sem a substituição de material fresado.

Resistência a tração por compressão diametral a 25°C é possível observar que a resis-

tência tem relação direta com o teor de betume, acontece igual com a estabilidade ao chegar a um determinado limite começa a cair. Também podemos analisar que os projetos com a substituição de material fresado foi encontrada um resistência melhor do que o projeto sem a substituição. Isso está ligado diretamente o número de vazios da mistura asfáltica, o projeto sem a substituição 4,31 % de vazios, o projeto com 15% de substituição de material fresado foi encontrado 3,46% de vazios, o projeto com 25% de substituição de matéria fresado foi encontrado 3,72% de vazios, já no projeto com 35% de substituição de material fresado o resultado encontrado foi de 4,44 %. Os autores verificaram que menores consumos de material fresado nas misturas aumentaram a densidade da mesma, principalmente devido à diminuição do índice de vazios e isso influencia diretamente na resistência.

Densidade teórica máxima, foi possível analisar que teoricamente quanto maior for o teor de betume, menor será a densidade. Com a elaboração dos projetos foi notado que a maior densidade foi encontrada foi no projeto com 15 % de substituição de material fresado mesmo seu teor sendo superior aos demais projetos com substituição, já os projetos com 25 e 35% teve um queda na sua densidade até praticamente fica igual a do projeto sem a substituição de material fresado, isso deve-se a seus teores ótimos serem bem mais baixos do que os outros projetos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição de material fresado gera uma grande economia financeira, pois como foi analisado nos projetos com a substituição com material fresado, houve uma queda significativa no teor ótimo. Outro ponto que vale ressaltar é a questão ambiental, como o aproveitamento do material fresado, irar diminuir a exploração de jazidas de materiais pétreos, e a diminuição de material derivado de petróleo.

Nas composições dos projetos foi observado que é possível fazer a substituição por material fresado.

Como esperado o projeto com maior substituição de material fresado o teor de dosagem encontrado foi de 3,40%, como uma redução de 1,40% de betume, já os projetos com 15 e 25%, que apresentaram uma redução de 0,60 e 1,00% respectivamente.

Na estabilidade e fluência Marshall, a melhor estabilidade foi de 1.321Kgf, no projeto com 15% de substituição de material fresado, o projeto com 25% de substituição ficou bem próximo do projeto sem a substituição de material fresado, a estabilidade do projeto com 25% de substituição foi de 1.251Kgf, e o sem substituição foi de 1.265 Kgf, já o projeto com 35% de substituição de material a estabilidade abaixa bastante ficou em 1.070 Kgf.

Os volumes de vazios o projeto com 15% de substituição apresentou um volume de vazios de 3,46% ficando bem abaixo dos demais projetos, o projeto com 35% de substituição de material de fresado o volume de vazios encontrado foi de 4,44% sendo o maior volume de vazios entre os projetos, o projeto com 25% de substituição o volume de vazios também ficou abaixo do projeto sem a substituição de material fresado, o projeto com 25% de substituição o volume de vazios encontrado foi de 3,72%, já o projeto sem a substituição foi de 4,31%.

No quesito resistência a tração por compressão diametral o projeto com 15 % de substituição chegou a 1,20 Mpa, sendo a maior resistência encontrada entre os projetos analisados,

o projeto que apresentou a resistência mais baixa foi o com substituição de 35% que foi de 1,12 Mpa, já o projeto com 25% de substituição a resistência encontrada foi de 1,17 Mpa, o projeto sem a substituição de material fresado a resistência é de 1,15 Mpa. Como é possível perceber a utilização de material fresado pode fazer que a mistura tenha um melhoramento na sua resistência, se dosado na quantidade certa.

A relação betume vazio o menor resultado encontrado foi o do projeto sem a substituição de material fresado que obteve 75,70%, já a maior relação foi do projeto com 15 % de substituição de material fresado que atingiu 78,50%, os projetos com 25 e 35% de substituição ficaram com relação de 76,10% e 76,30%, isso se deve ao volume de vazio encontrado nas misturas.

A densidade teórica máxima, o projeto que teve o melhor resultado foi o de 15% de substituição que foi de 2,694 g/cm³, já o de 25% de material fresado foi de 2,684 g/cm³, o de 35% foi de 2,670 g/cm³, já o projeto sem a substituição foi de 2,671 g/cm³, com isso podemos perceber que a porcentagem de material fresado influencia diretamente na densidade, devido a influência do material fresado no teor de betume.

Após analisar todos esses aspectos mecânicos, a influência da substituição e os parâmetros das misturas, o projeto que se destacou com seus resultados foi o com 15% de substituição de material fresado, que apresentou uma economia de 0,38% de betume, e apresentou uma mistura com a resistência a tração por compressão diametral de 1,20 Mpa, e com um volume de vazios de 3,67%, analisando esses aspectos mostrou-se o projeto que geraria uma economia, e melhoraria significativa nos seus aspectos mecânicos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, em primeiro lugar, por sempre colocar tudo em seu devido lugar.

Agradeço o professor Ms. Eduardo Damin por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa.

A todos os meus professores do curso de Engenharia civil da Faculdade Educacional de Medianeira pela excelência da qualidade técnica de cada um.

Ao meu pai Genesio Pasinato, e meu avô Ricardo Santo Pasinato que vieram a óbito nesse ano, e que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

À minha mãe Rosemary Catia Moreira Pasinato que sempre continuou a me apoiar.

À minha namorada Heloisa Bolzon pela compreensão e paciência demonstrada durante o período do projeto.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ. Materiais Pétreos e Betuminosos. 2018. PERGUNTAS. Disponível em: http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_715501_pdf.pdf. Acesso em: 18 maio 2021.

BRASIL. Comissão de Assistência Técnica Petrobras. Comissão de Assistência Técnica Petrobras. Asfalto informações técnicas. 2012. Elaborado por Petrobras. Disponível em: http://sites.petrobras.com.br/minisite/assistenciatecnica/public/downloads/Asfalto-Infomacoes_Tecnicas.pdf. Acesso em: 13 maio 2021.

BROSSEAUD, Y. Reciclagem de misturas asfálticas: Evolução após 20 anos e a situação atual na França. In: 7º CONGRESSO BRASILEIRO DE RODOVIAS E CONCESSÕES, 2011, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu, 2011.

CANCHANYA, Job Pérez. AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO E REOLÓGICO DE MISTURA ASFÁLTICA COM AD. 2017. 132 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – Ufsc, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/188528/PECV1101-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 mar. 2021.

CENTOFANTE, Roberta *et al.* Avaliação do comportamento de misturas asfálticas recicladas a quente com inserção de material fresado. 2018. 3 v. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762018000300431. Acesso em: 05 mar. 2021.

CENTONTE, Roberta. ESTUDO LABORATORIAL DA UTILIZAÇÃO DE MATERIAL FRESADO EM MISTURAS ASFÁLTICA RECICLADAS A QUENTE. 2016. 163 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7915/CENTOFANTE%2c%20ROBERTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 mar. 2021.

CUNHA, Cristiane Bolina da *et al.* Performance evaluation of hot asphalt concrete with incorporation of RAP. 2018. 3 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-70762018000300439&script=sci_arttext. Acesso em: 05 mar. 2020.

CUNHA, Cristiane Bolina da. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE COM INCORPORAÇÃO DE MATERIAL FRESADO. 2014. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2014. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/1669/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20desempenho%20de%20concreto%20asf%C3%A1ltico%20usinado%20a%20quente%20com%20incorpora%C3%A7%C3%A3o%20de%20material%20fresado.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Manual de Pavimentação. 3º ed. Rio de Janeiro, 2006, 274 p.

DIREITOS e deveres: quais são as responsabilidades da concessionária de rodovia?: Situações que geram e não geram responsabilidade da concessionária. Situações que geram e não geram responsabilidade da concessionária. O conteúdo oferecido faz parte da Academia MOL.. Disponível em: <https://www.mediacaonline.com/blog/direitos-e-deveres-quais-sao-as-responsabilidades-da-concessionaria-de-rodovia/>. Acesso em: 18 maio 2021.

FERNANDES, Lucas Peduto Giangiulio; OTSUBO, Marcelo Toshio; SOUSA, Marlon Rodrigues Ribeiro de. Fresagem e reciclagem asfáltica em obras de reabilitação. 2018. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4312007/mod_resource/content/1/Trabalho%201%20-%20Fresagem%20e%20reciclagem%20asf%C3%A1ltica%20em%20obras%20de%20reabilita%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 05 mar. 2021.

SILVA, João Paulo Souza; FARIAS, Márcio Muniz. Estudos laboratoriais para determinação do comportamento da vida de fadiga de misturas asfálticas rejuvenescidas. 2020. 11 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2020. Disponível em: <https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/1869/800>. Acesso em: 05 mar. 2021.

SUZUKI, Karina Yriko. AVALIAÇÃO DE MISTURA ASFALTICA RECICLADA A QUENTE COM DIFERENTES TEORES DE MATERIAL FRESADO. 2019. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-21082019-141957/publico/KarinaYurikoSuzukiCorr19.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2021.

TOBIAS, Breno Lacerda. DOSAGEM DE MISTURAS ASFÁLTICAS RECICLADAS CONTENDO PELO MENOS 25% DE MATERIAL FRESADO. 2013. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Materiais, Departamento de Engenharia de Materiais, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.



AYA EDITORA
2021