

Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Sabrina Passoni Maraviesk

(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2018

Sabrina Passoni Maraviesk
(Organizadora)

Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	Estudos interdisciplinares: ciências exatas e da terra e engenharias / Organizadora Sabrina Passoni Maraviesk. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-85107-57-4 DOI 10.22533/at.ed.574181510 1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Maraviesk, Sabrina Passoni. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Estudos Interdisciplinares Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, e neste volume, em seus 18 capítulos, apresenta uma diversidade de estudos realizados nas diversas áreas das ciências exatas, da terra e das engenharias.

As Ciências Exatas e da Terra englobam diversas áreas como: a Física, a Matemática, Probabilidade e Estatística, a Química, a Ciência da Computação, a Astronomia, a Geociências e a Oceanografia. Estas áreas têm o importante papel de fornecer a base do conhecimento para as Engenharias e por este motivo, as Ciências Exatas e da Terra, englobam alguns dos campos mais promissores em pesquisas na Ciência, Tecnologia e Inovação.

Atualmente existem mais de trinta opções de formação acadêmica em Engenharia. E as mais comuns dentre elas são: Civil, Elétrica, Agrônômica, Mecânica, Ambiental, Florestal, Sanitária, de Computação, Química, de Alimentos, de Segurança do Trabalho, de Energias, Industrial, Produção, Biomédica, entre tantas outras.

A interdisciplinaridade entre estas áreas é um processo natural e inevitável, pois a formação dos profissionais engenheiros, seja qual for a Engenharia, necessita da relação entre diversas áreas do conhecimento.

O profissional formado em qualquer uma das áreas citadas acima se destaca pela capacidade de saber inovar com base na ciência, utilizando uma ou mais tecnologias. Isso se faz possível se este profissional tiver conhecimento das áreas que envolvam as relações humanas: como gestão, comunicação, liderança, habilidade de trabalho em equipe, empreendedorismo e criatividade. Atualmente não basta apenas ser bom em matemática e física, é preciso ser multi-intelectual.

Este volume é dedicado à interdisciplinaridade nas diversas áreas das Ciências Exatas e da Terra e das Engenharias, pois o mercado atual exige uma revolução tecnológica e cabe a nós pesquisadores, das diversas áreas, buscarmos conhecer as demandas atuais para promover essas inovações de forma interdisciplinar, e não isoladamente. Neste sentido, esta obra foi dividida em cinco áreas: Administração, Agronomia, Engenharia Civil somado à Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Elétrica e Ensino.

Na área de Administração, o leitor identificará a interdisciplinaridade entre gestão e planejamento ambiental de áreas urbanas destacando atividades econômicas que são potenciais poluidores, buscando assim, inovação na área de Engenharia Mecânica para minimizar danos ambientais. E ainda, que para entender o comportamento do consumidor para um determinado produto, neste caso, a carne bovina se faz necessário o conhecimento da área de Alimentos e Produção Industrial.

Na Agronomia, métodos e programas estatísticos são utilizados para mostrar que a população de nematódeis varia com propriedades físicas do solo. Em outro estudo, mostra-se a forte relação da agronomia com os conhecimentos de química quando

trata-se da eficiência de uso de Nitrogênio ou da sua remobilização no cultivo do arroz. Na quantificação da perda de solos de uma bacia Hidrográfica é possível identificar a interdisciplinaridade com a matemática e a geociências.

A interdisciplinaridade na Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo é ainda mais acentuada, principalmente no que diz respeito à utilização da matemática, química, física, geociências, tecnologias, gestão e sustentabilidade. Nos estudos, verifica-se que é possível propor soluções ambientais por meio de estudos alternativos, como por exemplo, o uso do bagaço de cana-de-açúcar incorporado à liga asfáltica de borracha, uso de radar de penetração no solo para análise de revestimentos asfálticos, manejo sustentável das águas pluvias no meio urbano, utilização de ferramentas de análise multicritério na concepção de sistemas de abastecimento de água provinda de corpos hídricos subterrâneos, qualidade da água e otimização dos projetos arquitetônicos e o crescimento populacional, planejamento e drenagem urbana.

Na Engenharia Elétrica questões bastante atuais são abordadas a fim de conduzir os pesquisadores à tecnológicas sustentáveis, como é o caso do uso do hidrogênio como combustível e a reciclagem de placas de circuito.

Por fim, a área de Ensino que, dentre todas é a mais interdisciplinar de todas as outras áreas. Nesta, são abordadas algumas questões como motivação e a importância da metodologia adotada em sala para se trabalhar o ensino-aprendizagem nas engenharias, licenciaturas e tecnologias.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, professores e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias promovendo a interdisciplinaridade nas diferentes áreas das Ciências Exatas e da Terra e das Engenharias.

Sabrina Passoni Maravieski

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DO PERFIL POLUIDOR DAS ATIVIDADES INDUSTRIAIS INSTALADAS NOS MUNICÍPIOS DE MARINGÁ, PAIÇANDU E SARANDI NO PERÍODO DE 2000 A 2015.	
<i>Eloah Maria Machado Davantel</i>	
<i>Allan Barbeiro Modos</i>	
<i>Heloisa Helena da Silva Machado</i>	
<i>Júlio César Dainezi de Oliveira</i>	
<i>Silvia Luciana Fávaro</i>	
<i>Wagner André dos Santos Conceição</i>	
CAPÍTULO 2	15
ATRIBUTOS CONSIDERADOS POR CONSUMIDORES PARA A COMPRA DE CARNE BOVINA – ESTUDO DE CASO COM UNIVERSITÁRIOS DE CAMPO MOURÃO	
<i>Valderice Herth Junkes</i>	
<i>Andréa Machado Groff</i>	
CAPÍTULO 3	24
IMPACTO DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA INDÚSTRIA NAVAL: ESTUDO DE CASO EM UM ESTALEIRO CEARENSE	
<i>Carlos David Pedrosa Pinheiro</i>	
<i>Priscila Maria Barbosa Gadelha</i>	
<i>Maxweel Veras Rodrigues</i>	
CAPÍTULO 4	40
AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO DE NEMATÓIDES DE VIDA LIVRE E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO EM CULTIVO DE ADUBOS VERDES	
<i>Erinaldo Gomes Pereira</i>	
<i>Amanda Elisa Marega</i>	
<i>Nágila Maria Guimarães de Lima Santos</i>	
<i>Cássia Pereira Coelho Bucher</i>	
<i>Ricardo Luiz Louro Berbara</i>	
<i>Luiz Rodrigues Freire</i>	
CAPÍTULO 5	48
PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DE REMOBILIZAÇÃO DE NITROGÊNIO DE MUTANTES DE ARROZ osap18	
<i>Cássia Pereira Coelho Bucher</i>	
<i>Erinaldo Gomes Pereira</i>	
<i>Andressa Fabiane Faria de Souza</i>	
<i>Carlos Alberto Bucher</i>	
<i>Manlio Silvestre Fernandes</i>	
CAPÍTULO 6	53
QUANTIFICAÇÃO DA PERDA DE SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPÓ UTILIZANDO A EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLOS	
<i>Diogo Yukio Uema</i>	
<i>Laine Milene Caraminan</i>	

CAPÍTULO 7 64

ANÁLISE COMPARATIVA DA DENSIDADE MÁXIMA TEÓRICA (DMT) DE UMA MISTURA ASFÁLTICA COM A INCORPORAÇÃO DE CINZA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR POR MEIO DO MÉTODO RICE

Arthur Pereira Neto
Allan Barbeiro Modos
Jesner Sereni Ildefonso
Ronan Yuzo Takeda Violin

CAPÍTULO 8 74

LEVANTAMENTO DE SEÇÕES COM EMPREGO DO RADAR DE PENETRAÇÃO (GPR) NA RODOVIA BR-153-ANÁPOLIS-GO

Antonio Lázaro Ferreira Santos
Welitom Rodrigues Borges
Isabela Resende Almeida
Lucas Pereira Gonçalves
Rafael Pereira Lima
Rafael Araujo Rocha

CAPÍTULO 9 82

MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO MEIO URBANO: O CASO DE BRASÍLIA

Tereza Cristina Esmeraldo de Oliveira
Maria do Carmo de Lima Bezerra

CAPÍTULO 10 96

MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Daniel Cordeiro Ferreira

CAPÍTULO 11 109

OTIMIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO CF40-G1 DO PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO – PAC EXECUTADO PELA COHAPAR

Allan Barbeiro Modos
Arthur Pereira Neto
Eloah Maria Machado Davantel
Heloisa Helena da Silva Machado
Berna Valentina Bruit Valderrama
Júlio César Dainezi de Oliveira

CAPÍTULO 12 122

PLANOS DIRETORES DE DRENAGEM URBANA: CONCEPÇÃO E CENÁRIO ATUAL

Bruna Forestieri Bolonhez
Bárbara Lorrayne da Silva Motta
Paulo Fernando Soares

CAPÍTULO 13 132

QUALIDADE DA ÁGUA NAS TRÊS BACIAS MAIORES (70%) CONTRIBUINTES DA BAÍA DE GUANABARA: GUAPI-MACACU, CACERIBU E IGUAÇU-SARAPUÍ

Ana Carolina Cupolillo Bruno Morena
David Neves de Oliveira

Herman de Castro Lima Neto
Hélder Martins Silva
Emmanoel Vieira da Silva-Filho
Elisamara Sabadini Santos
Edison Dausacker Bidone

CAPÍTULO 14 150

O HIDROGÊNIO COMO VETOR ENERGÉTICO

Diego Rafael Laurindo
Oswaldo Hideo Ando Junior

CAPÍTULO 15 167

RECICLAGEM DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO: UM ESTUDO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS PARA RECUPERAÇÃO DE METAIS

Maria do Socorro Bezerra da Silva
Raffael Andrade Costa de Melo
André Luis Lopes Moriyama
Carlson Pereira Souza

CAPÍTULO 16 180

ANÁLISE DO PERFIL, MOTIVAÇÃO, SATISFAÇÃO E EXPECTATIVAS DOS ACADÊMICOS DO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIANGULO MINEIRO

Vinícius Henrique Vivas
Priscila Pereira Silva
Luciene Alves
Geoffroy Roger Pointer Malpass

CAPÍTULO 17 196

CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: IMPORTÂNCIA DA APRENDIZAGEM NO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

Jerry Gleison Salgueiro Fidanza Vasconcelos
Maria de Lourdes Silva Neta
Antônio Cícero do Vale
Erick Dieb Souza

CAPÍTULO 18 207

UMA FORMA LUDICA DE APRENDER

Anna Cristina Barbosa Dias de Carvalho

SOBRE A ORGANIZADORA..... 215

ANÁLISE COMPARATIVA DA DENSIDADE MÁXIMA TEÓRICA (DMT) DE UMA MISTURA ASFÁLTICA COM A INCORPORAÇÃO DE CINZA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR POR MEIO DO MÉTODO RICE

Arthur Pereira Neto

Graduado no Curso de Engenharia Civil – UNICESUMAR. Pós-Graduando em Infraestrutura de Rodovias. arthurmaringa@hotmail.com

Allan Barbeiro Modos

Graduado no Curso de Engenharia Civil – UNICESUMAR. allan.b.modos@gmail.com

Jesner Sereni Ildefonso

Orientador Docente Doutor em Engenharia de Transportes. jsildefonso@uem.br

Ronan Yuzo Takeda Violin

Co-orientador Docente Mestre em Engenharia Urbana. ronan.cesumar@gmail.com

RESUMO: Hodiernamente as questões ambientais em pesquisas de engenharia estão sendo muito discutidas, além disso a necessidade de se encontrar outros materiais vem crescendo, assim aderindo aos conceitos de reutilização, resolveu-se para esse estudo empregar a cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBC), material esse originado da queima do bagaço em usina de Biomassa para a geração de energia, como suplente da areia usada como material mineral em misturas asfálticas, isso referente a cinza pesada, pois a mesma apresenta grande quantidade de SiO₂ (sílica) em sua composição e também é encontrada com facilidade no Brasil. Desse modo, no trabalho foi efetuada análises granulométricas

e elaborados corpos de prova (CP) não compactados, com diferentes teores de ligante, para os ensaios de densidade máxima teórica (DMT) por meio do Método Rice, seguindo as normas americanas da ASTM D 2041, com o objetivo averiguar o comportamento do material em estudo na mistura asfáltica, quanto à sua granulometria e também sua densidade. Por fim, observou-se que a cinza apresenta grande semelhança granulométrica com a areia, tendo somente algumas disparidades de retenção nas peneiras de nº 40 e nº 80, já pelo ensaio DMT constatou-se que ambas também possuem densidades semelhantes, entretanto houve variações dos valores nos CPs com 3,5% e 5,0% de ligante, sendo os corpos de prova compostos com areia por sua vez, os com resultados pouco melhores, porém os com CBC alcançaram valores satisfatórios.

PALAVRAS-CHAVE: Pavimento flexível; Cinza Pesada; Areia; Reutilização, Betume.

1 | INTRODUÇÃO

A elaboração dos projetos de misturas asfálticas, como também dos demais materiais na engenharia, visa sempre a otimização e a correta proporção dos componentes, com o objetivo de minimizar os custos de produção e obter as propriedades desejadas e determinadas

por norma. Hodiernamente essas questões de sustentabilidade estão sendo muito discutidas e a necessidade de se encontrar outros materiais vem crescendo. Assim, aderindo aos conceito de reutilização, resolveu-se para esse estudo utilizar a cinza pesada de bagaço de cana-de-açúcar (CBC) como material mineral em misturas asfálticas, uma vez que ela se comporta como material mineral.

No Brasil, aproximadamente 95% do total de bagaço gerado é levado para usina de Biomassa para a produção de energia, através do vapor produzido pela queima do material em caldeiras, esse processo da origem à cinza do bagaço, que não é na maioria das vezes corretamente depositada, configurando-se em uma seria problemática ambiental. A CBC é composta, sobretudo a cinza pesada de SiO₂ (sílica), sendo a primeira vista um excelente material para ser aplicado na adição mineral em obras de engenharia, tanto em pavimentos, matrizes cimentícias ou até mesmo na estabilização de solos pouco coesivos.

O arranjo da estrutura mineral da mistura asfáltica interfere significativamente no desempenho da mesma, tanto em campo quanto em laboratório, principalmente no que se refere ao volume de vazios. Misturas mais densas, que são mais comumente utilizadas na pavimentação nacional, apresentam um curva granulométrica bem graduada, dessa maneira, um volume de vazios baixo, entre 3 a 5%. Ainda existem misturas asfálticas com um curva granulométrica aberta, onde há uma maior porcentagem de agregados graúdos e pequena quantidade de miúdos e finos, como é o caso do CPA (Camada Porosa de Atrito), onde o volume de vazios chega a 25%.

Destarte, o volume de vazios (Vv) é um dos principais parâmetros utilizados nos métodos de dosagem, para estabelecer os seus valores é preciso executar ensaios de densidade máxima teórica da mistura asfáltica (DMT) e também de densidade aparente do corpo de prova (CP) compactado. Na literatura há diversos modos de se fazer o cálculo da determinação da DMT. A DMT, no Brasil é geralmente determinada por intermédio de uma ponderação das reais densidades dos materiais constituintes da mistura, porém nesse trabalho foi empregado o Método Rice, seguindo a norma americana ASTM D 2041, fazendo uso de uma bomba de vácuo.

Diante disso, essa pesquisa procura analisar a possível utilização das cinzas originadas da queima do bagaço de cana-de-açúcar como material suplente da areia em misturas asfálticas, averiguando seu comportamento quanto à granulometria e à densidade, por meio de ensaios laboratoriais de densidade máxima teórica e também de estudos granulométricos, visando comparar os resultados obtidos com a cinza com os alcançados com a areia.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais Utilizados

2.1.1 Ligante Asfáltico

De acordo com Bernucci et al (2010) o ligante asfáltico, é um material derivado do petróleo, em que se é obtido mediante a um sistema de destilação, o mesmo apresenta boa impermeabilidade à água e baixa reatividade, além de funcionar como um aglutinante termoviscoplastico. Porém mesmo possuindo certa resistência a ataques químicos de ácidos, álcalis e até bases, esse material asfáltico pode vir a sofrer com a oxidação causada pela ação da água e do ar com o passar do tempo, isto é, o processo de envelhecimento do ligante, perdendo resistência e diminuindo sua vida útil de serviço. Ainda conforme os autores, no Brasil o ligante asfáltico recebe o nome de CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo), em que sua viscosidade e consistência é suscetível e depende da variação da temperatura.

Para esse estudo foi empregado o cimento asfáltico de petróleo (CAP) 50/70, muito utilizado na pavimentação das vias brasileiras, produto esse originado nas refinarias da PETROBRÁS S.A. As características do ligante foram fornecidas pelo laboratório da distribuidora Casa do Asfalto, localizada em Marialva/PR, e estão apresentadas na Tabela 2.1.

Características	Resultado	Especificação
Penetração (0,1 mm)	58	50 a 70
Ponto de Amolecimento (°C)	47,5	≥ 46,0
Viscosidade Saybolt Furol a 135 °C (s)	157	≥ 141,0
Viscosidade Brookfield a 135 °C (cP)	304	≥ 274,0
Viscosidade Saybolt Furol a 150 °C (s)	88,3	≥ 50,0
Viscosidade Brookfield a 150 °C (cP)	166	≥ 112,0
Viscosidade Saybolt Furol a 177 °C (s)	33,7	30,0 a 150,0
Viscosidade Brookfield a 177°C (cP)	61,0	57,0 a 285,0
RTFOT – Penetração retida (%)	71	≥ 55
RTFOT – Aumento do ponto de amolecimento (°C)	2,4	≤ 8,0
RTFOT – Ductilidade a 25 °C (cm)	> 100	≥ 20
RTFOT – Variação de massa (%)	-0,017	-0,5 a 0,5
Ductilidade a 25 °C (cm)	> 100	≥ 60
Solubilidade no tricloroetileno (%)	99,9	≥ 99,5
Ponto de fulgor (°C)	314	≥ 235
Índice de suscetibilidade térmica	-1,5	-1,5 a 0,7
Densidade	1,004	-

Tabela 2.1 – Caracterização do Ligante Asfáltico CAP 50/70

Fonte: Casa do Asfalto, 2016

2.1.2 Agregados

O termo agregado, é uma denominação genérica dada aos materiais pétreos aplicados em obras de pavimentação, podendo ser naturais, isto é, encontrados na natureza, ou artificiais, onde é preciso uma modificação das propriedades físicas e/ou químicas dos agregados naturais (DNIT, 2006). No estudo em questão foram empregados agregados basálticos organizados em cinco grupos distintos, levando em conta sua granulometria, assim sendo os mesmos: 3/4", 5/8", 3/8", pó de pedra e areia. Materiais esses derivados da pedreira Catedral, localizada na cidade de Marialva/PR, e utilizados com regularidade por serem abundantes na região e apresentarem características adequadas à pavimentação.

O peneiramento foi efetuado manualmente, com o objetivo de se alcançar maior precisão e diminuir ao máximo margem de erro, assim foi definida a granulometria seguindo-se as peneiras determinadas pela norma do DNIT 031/2016. Assim, para a realização do ensaio de granulometria, os agregados foram fracionados peneira a peneira, logo em seguida foram lavados para se retirar quaisquer tipos de impurezas presentes e secos em estufas. Os resultados encontrados estão apresentados na Tabela 2.2.

Série	Abertura (mm)	Quantidade de massa passando (%)				
		3/4"	5/8"	3/8"	Pó	Areia
1"	25,4	100	100	100	100	100
3/4"	19,1	93,2	100	100	100	100
1/2"	12,7	12,1	83,1	100	100	100
3/8"	9,5	1,9	44,5	91,5	100	100
Nº 4	4,8	0,3	2,2	7,6	91,2	99,9
Nº 10	2,00	0,3	0,4	0,5	59,0	99,1
Nº 40	0,42	0,3	0,4	0,4	28,3	53,2
Nº 80	0,18	0,3	0,2	0,3	20,9	1,2
Nº 200	0,075	0,2	0,2	0,3	16,0	0,6

Tabela 2.2 – Granulometria dos Agregados

Fonte: Autor, 2016

2.1.3 Cinzas de Bagaço de Cana-de-açúcar

A cinza usada nessa pesquisa é resultado da queima do bagaço da cana-de-açúcar em usinas de biomassa para produção de energia, após extração do caldo para geração de açúcar e etanol. Contudo, apenas 10% de todo o material queimado e usinado é transformado em cinza e, para FREITAS (2005), a ideia de se usar a cinza de bagaço de cana-de-açúcar como material mineral em obras de engenharia foi dada por dois pontos: primeiro, a cinza apresenta bom rendimento, se comparado a outros materiais siliciosos, por volta de 15%, isso por conta da sua composição química, constituída de 80% de SiO₂ (sílica), sendo a mesma a principal componente dos minerais, como por exemplo a areia. A Tabela 2.3 mostra as análises granulométricas comparativas entre a cinza e a areia.

Série ASTM	Abertura (mm)	% Em peso passando	
		Areia	Cinza
1"	25,4	100	100
3/4"	19,1	100	100
1/2"	12,7	100	100
3/8"	9,5	100	100
Nº 4	4,8	99,9	100
Nº 10	2,0	99,1	99,4
Nº 40	0,42	53,2	94,3
Nº 80	0,18	1,2	18,8
Nº 200	0,075	0,6	3,4

Tabela 2.3 – Análise granulométrica da Cinza

Fonte: Autor, 2016

Para a pesquisa a cinza usada origina-se da Usina Santa Terezinha (USACUCAR), localizada na cidade de Iguatemi/PR. O material foi retirado do local e depositado em um recipiente limpo e homogeneizado, protegido de impurezas e da umidade, até sua aplicação nos ensaios realizados no Laboratório de Pavimentação da Viapar da cidade de Maringá/PR.

2.2 Densidade Máxima Teórica (DMT) – Método Rice

Primeiramente para se efetuar o ensaio foi indispensável o peneiramento, que se realizou logo depois da secagem dos agregados em estufa, sendo utilizadas as peneiras das seguintes séries: 1"; 3/4"; 1/2"; 3/8"; nº 4; nº 10; nº 80 e nº 200. Em seguida selecionados e pesados 2.000 g de agregados, seguindo a granulometria da curva C do DNIT 031/2016, com a utilização de uma bacia metálica, de massa conhecida, para dispor os materiais e com o auxílio de uma balança de alta precisão, para a pesagem, sendo que a mesma por sua vez realizada tanto com a incorporação de areia, quanto com CBC, assim foram separados em dois grupos com cinco conjuntos.

Posteriormente foi pesado o ligante asfáltico em proporções de 3,5%, 4,0%, 4,5%, 5,0%, e 5,5% em relação à massa total da mistura e foram misturados ambos os materiais em temperatura constante e 170°C, definida mediante aos ensaios laboratoriais realizados pela distribuidora, a fim de que o ligante não perca suas propriedades, mas antes de adicioná-lo os agregados foram aquecidos até chegarem a temperatura ideal de 165°C, assim proporcionando uma mistura adequada.

Feitas as misturas asfálticas, as mesmas foram posicionadas em cima de filtros para resfriamento natural e gradiente, como pode-se observar na Figura 2.2, logo após os materiais foram submetidos à fragmentação manual com o objetivo de desprender os agregados.



Figura 2.2 – Mistura Asfáltica em filtros para o resfriamento natural

Fonte: Autor, 2016

Ulteriormente a mistura asfáltica já em temperatura ambiente e fragmentada foi introduzida no Kitasato para medir sua massa, outrora já sendo conhecida a massa do equipamento. Em seguida, foi inserida água, em temperatura de aproximadamente 25 °C, até que a quantidade fosse suficiente para cobrir a mistura asfáltica dentro do equipamento. Então o Kitasato é levado e instalado em uma mesa agitadora mecânica, aplicando-se movimentos circulares, para facilitar a saída do ar localizada nos espaços presentes na mistura, e ao mesmo tempo foi conectado a um dispositivo que causava uma pressão a vácuo residual dentro do equipamento por volta de 25 mmHg, durante um período de 15 minutos (Figura 2.3).

Após o intervalo de vácuo, retornou-se de novo à pressão ambiente dentro do Kitasato, o equipamento imediatamente foi preenchido com água e mediu-se sua massa, para assim se determinar a massa da mistura asfáltica no vácuo. Por fim é possível determinar a DMT com o uso da Equação 2.1.

$$DMT = \frac{A}{A+B-C} \quad (2.1)$$

Em que:

DMT = Densidade máxima teórica da mistura, determinada pelo Método Rice;

A = Massa da amostra seca em ar, g;

B = Massa do Kitasato com volume completo com água, g;

C = Massa do Kitasato + amostra submersa em água, g;



Figura 2.3 – Kitasato Metálico posicionado na mesa agitadora e ligado ao motor a vácuo

Fonte: Autor, 2016

3 | RESULTADOS

3.1 Granulometria das Misturas

Foi determinado a curva granulométrica C do DNIT 031/2016 para a composição dos agregados para o estudo, assim introduzindo frações iguais de cinza (CBC) e areia respectivamente, como indicado nas Tabelas 3.1 e 3.2 na devida ordem. Nada obstante os dois materiais apresentarem curvas bem similares, respeitando os limites especificados por norma conforme os gráficos 3.1 e 3.2.

Gráfico de Misturas									
Pen.	Pen.	% Em peso passando					Mistura	Especificação	
Pol.	mm	3/4"	5/8"	3/8"	Pó	Cinza	Granul.	Mín.	Máx.
-	-	%	%	%	%	%	%	%	%
-	-	18	22	17	36	7	100	FX-C DNIT	
1"	25,4	18	22	17	36	7	100	100	100
3/4"	19,1	16,8	22	17	36	7	98,8	90	100
1/2"	12,7	2,2	18,3	17	36	7	80,5	70	90
3/8"	9,5	0,3	9,8	15,6	36	7	68,7	56	80
Nº 4	4,8	0,1	0,5	1,3	32,8	7	41,7	35	65
Nº 10	2	0,1	0,1	0,1	21,2	7	28,4	22	46
Nº 40	0,42	0,1	0,1	0,1	10,2	6,6	17	8	24
Nº 80	0,18	0,1	0	0,1	7,5	1,3	9	5	15
Nº 200	0,075	0	0	0,1	5,8	0,2	6,1	2	8

Tabela 3.1 – Granulometria dos Agregados com Cinza para as Misturas Asfálticas

Fonte: Autor, 2016

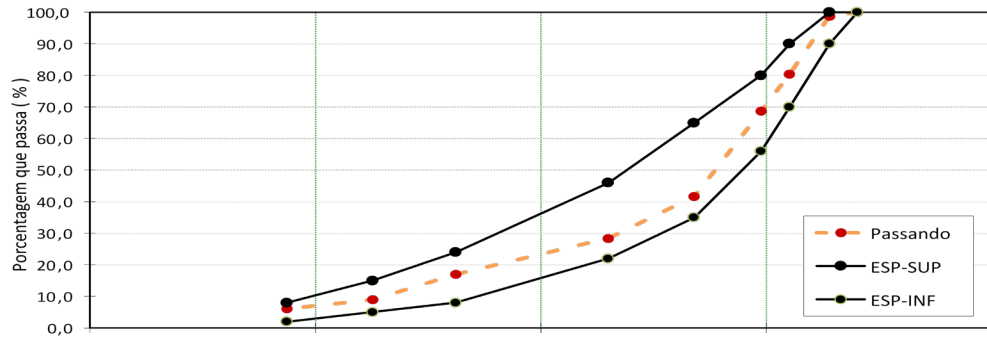


Gráfico 3.1 - Curva Granulometria dos Agregados com Cinza para as Misturas Asfálticas

Fonte: Autor, 2016

Gráfico de Misturas									
Pen. Pol.	Pen. mm	% Em peso passando					Mistura Granul. %	Especificação	
		3/4"	5/8"	3/8"	Pó	Areia		Mín. %	Máx. %
-	-	%	%	%	%	%	100	FXC DNIT	
-	-	18	22	17	36	7	100	100	100
1"	25,4	18	22	17	36	7	100	100	100
3/4"	19,1	16,8	22	17	36	7	98,8	90	100
1/2"	12,7	2,2	18,3	17	36	7	80,5	70	90
3/8"	9,5	0,3	9,8	15,6	36	7	68,7	56	80
Nº 4	4,8	0,1	0,5	1,3	32,8	7	41,7	35	65
Nº 10	2	0,1	0,1	0,1	21,2	6,9	28,4	22	46
Nº 40	0,42	0,1	0,1	0,1	10,2	3,7	14,1	8	24
Nº 80	0,18	0,1	0	0,1	7,5	0,1	7,8	5	15
Nº 200	0,075	0	0	0,1	5,8	0	5,9	2	8

Tabela 3.2 – Granulometria dos Agregados com Areia para as Misturas Asfálticas

Fonte: Autor, 2016

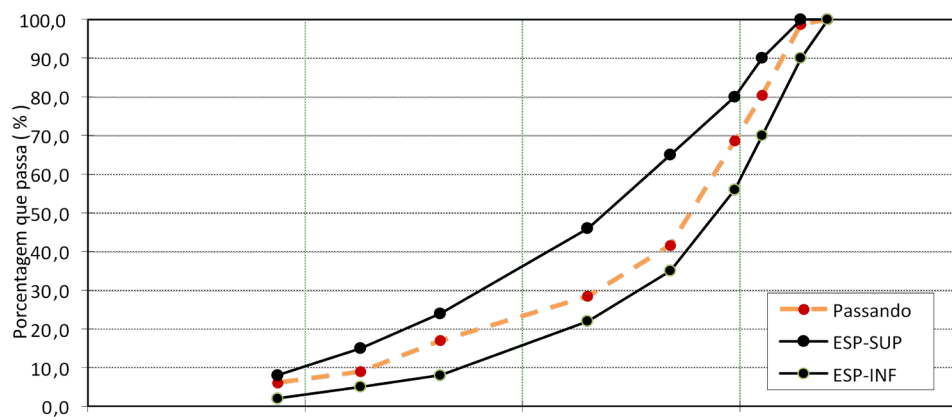


Gráfico 3.2 - curva granulometria dos agregados com areia para as misturas

Fonte: Autor, 2016

Segundo análise comparativa da granulometria dos dois materiais, ambos se mostraram bem congêneres, mas apresentando algumas diferenças notáveis, como ocorre na peneira n º40, grande parte da areia fica retida na peneira, já por outro lado,

a cinza somente pequena porção, sendo que a maioria do material, por sua vez fica retida na peneira nº 80, isso leva a uma graduação pouco gradiente, resultando em maiores espaços vazios nas misturas asfálticas.

3.2 Densidade Máxima Teórica (DMT)

Utilizando-se a Equação 2.1 e os dados mostrados nas tabelas 3.3 e 3.4 para estabelecer os valores da DMT, que por sua vez estão denotados na tabela 3.5. Das amostras analisadas, por meio desses primeiros resultados de medida, as com a presença de cinza em sua composição se revelaram serem mais leves do que as com areia e através de um exame dos valores adquiridos de densidade máxima teórica, pode-se observar que eles são bem semelhantes, nesse caso, comparando as misturas com cinza e com areia, porém houve apenas duas pequenas variações de 0,03 e 0,01, nas amostras com 3,5% e 5,0% de ligante na composição, possivelmente resultado que alguma alteração durante os ensaios (Gráfico 3.3).

Materiais	CAP (%)				
	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
Cinza (CBC)	2,74	2,70	2,68	2,66	2,63
Areia	2,71	2,70	2,68	2,65	2,63

Tabela 3.5 – Densidade Máxima Teórica (DMT)

Fonte: Autor, 2017

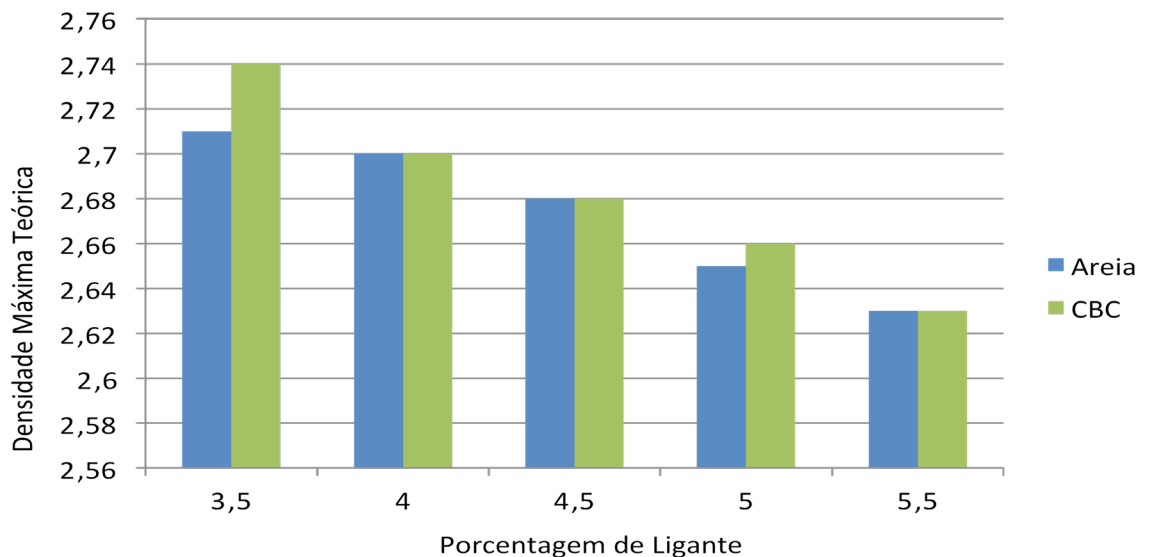


Gráfico 3.3 _ Densidade máxima teórica (DMT)

Fonte: Autor, 2017

4 | CONCLUSÃO

Pode-se observar que mediante a análise dos valores da densidade máxima teórica (DMT) adquiridos nesse estudo, as amostras de misturas asfálticas com areia

tiveram um volume de vazios levemente inferior, entretanto a variação foi pequena entre as amostras com areia e cinza, o CBC por sua vez, também apresentou valores muito satisfatórios, havendo disparidade, relativamente pequenas, nas amostras com 3,5 e 5% de ligante.

Conclui-se que a cinza se apresentou como um material possível de ser usado como substituto parcial da areia, visto que os resultados comparativos da pesquisa mostraram valores semelhantes entre os materiais, merecendo maior atenção e análises mais aprofundadas, sobretudo acerca das densidades efetivas. Para as próximas pesquisas, estudar as características químicas e físicas, ou sejam seu comportamento molecular, e elaborar testes de amostras com diferentes teores de ligantes presentes na misturas, valores intermediários aos estudados na pesquisa, com a finalidade de se obter mais precisão e excelência nas análises.

REFERÊNCIAS

ASTM D 2041 (2000). *Standard test method for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures*. American Society for Testing and Materials. Philadelphia.

BARBOSA, Gisele S. (2008). *O desafio do Desenvolvimento Sustentável* – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

BARDINI, V. S. S. (2008). *Estudo de viabilidade técnica da utilização de cinzas da queima da casca de Pinus em obras de pavimentação asfáltica*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2008.

BERNUCCI, Liedi B.; CERATTI, J. A. P.; MOTTA L. M. G. e SOARES, Jorge B. *Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros* – PETROBRAS: ABEDA, 2006, Rio de Janeiro, 2008; 3º Reimpressão 2010.

CORDEIRO, G. C.; TOLEDO FILHO, R. D.; FAIRBAIN, E. M. R.; TAVARES, L. M. M. Pozzolan activity and filler effect of sugar cane bagasse ash in Portland cement and lime mortars. *Cement & Concrete Composites*, v.30, p.410-418, 2008.

DNIT (2006). *Manual de Pavimentação*. Publicação IPR-179. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rio de Janeiro

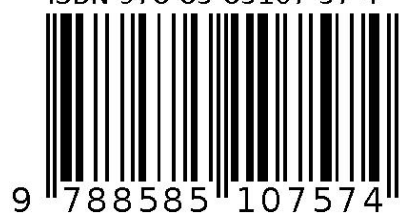
DNIT 031/2016 (2016). *Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de serviço*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rio de Janeiro

FREITAS, E. de S. *Caracterização da cinza do bagaço da cana-de-açúcar do município de campos dos goytacazes para uso na construção civil*. 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SOBRE A ORGANIZADORA

SABRINA PASSONI MARAVIESK Possui graduação em Licenciatura em Física e Mestrado em Ciências/ Física, ambos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atualmente é doutoranda na área de Ensino de Ciências nas Engenharias e Tecnologias pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. É também professora adjunta do Centro de Ensino Superior de Campos Gerais na cidade de Ponta Grossa. Ministra as disciplinas de: Mecânica dos Fluidos, Fenômenos de Transporte, Mecânica Aplicada, Eletricidade e Magnetismo, Física Atômica e Nuclear, Física da Ressonância Magnética Nuclear, Física das Radiações Ionizantes e Não Ionizantes e Física e Instrumentação Aplicada a Engenharia Biomédica; nos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Civil, Tecnologia em Radiologia, Pós -Graduação em Segurança do Trabalho e Imagenologia. Já atuou como professora de Ensino Médio em escolas pública e particular ministrando aulas de Física e Robótica.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-57-4



9 788585 107574