

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)



Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)



Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

M514 Meio ambiente: inovação com sustentabilidade 3 [recurso eletrônico]
/ Organizadores Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Juliana Yuri
Kawanishi, Mauricio Zadra Pacheco. – Ponta Grossa, PR: Atena
Editora, 2020. – (Meio Ambiente. Inovação com
Sustentabilidade; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-944-8

DOI 10.22533/at.ed.448202101

1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio
ambiente – Preservação. I. Pacheco, Juliana Rodrigues. II.

Kawanishi, Juliana Yuri. III. Pacheco, Mauricio Zadra. IV. Série.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

“Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3” é um trabalho que aborda, em 16 capítulos, valiosas discussões que se apropriam de todos os espectros científicos para retratar desde as aplicações práticas de inovação até os conceitos científico-tecnológicos que envolvem Meio-Ambiente e Sustentabilidade com uma linguagem ímpar.

A integração de conceitos e temas, perpassados nesta obra pela visão crítica e audaciosa dos autores, contribuem para um pensar elaborado e consistente destes temas, tão atuais e importantes para a sociedade contemporânea.

A fluidez dos textos envolve e contribui, tanto a pesquisadores e acadêmicos, como a leitores ávidos por conhecimento. A consistência do embasamento científico aliada ao trânsito simples e fácil entre os textos projetam um ambiente propício ao crescimento teórico e estrutural dentro do tema proposto.

Moradia, tecnologia, cidades inteligentes, agricultura e agroindústria são alguns dos temas abordados nesta obra que vem a ampliar as discussões teóricas, metodológicas e práticas neste e-book, de maneira concisa e abrangente, o que já é uma marca do comprometimento da Atena Editora, abrindo espaço a professores, pesquisadores e acadêmicos para a divulgação e exposição dos resultados de seus tão importantes trabalhos.

Juliana Thaisa R. Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| APROPRIAÇÃO SOCIAL DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA E CONTEXTO DE LEGITIMAÇÃO | |
| Joel Paese | |
| DOI 10.22533/at.ed.4482021011 | |
| CAPÍTULO 2 | 12 |
| ESTUDO PRELIMINAR PARA O DIMENSIONAMENTO DE UM AEROGERADOR EÓLICO PARA O MUNICÍPIO DE PRESIDENTE KENNEDY NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL. | |
| Taís Eliane Marques | |
| York Castillo Santiago | |
| Osvaldo José Venturini | |
| Maria Luiza Grillo Renó | |
| Diego Mauricio Yepes Maya | |
| Nelson José Diaz Gautier | |
| DOI 10.22533/at.ed.4482021012 | |
| CAPÍTULO 3 | 26 |
| TELHADOS INTELIGENTES, CIDADES SUSTENTÁVEIS: POLÍTICAS PÚBLICAS DE INCENTIVO À GERAÇÃO DE ENERGIA POR FONTE SOLAR FOTOVOLTAICA | |
| Igor Talarico da Silva Micheletti | |
| Danilo Hungaro Micheletti | |
| Natiele Cristina Friedrich | |
| Débora Hungaro Micheletti | |
| Sônia Maria Talarico de Souza | |
| Flavia Piccinin Paz Gubert | |
| Glauci Aline Hoffmann | |
| DOI 10.22533/at.ed.4482021013 | |
| CAPÍTULO 4 | 37 |
| UM ESTUDO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE LIGANTES ASFÁLTICOS MODIFICADOS COM ÓLEO DA MORINGA | |
| Iarly Vanderlei da Silveira | |
| Lêda Christiane de F. Lopes Lucena | |
| DOI 10.22533/at.ed.4482021014 | |
| CAPÍTULO 5 | 50 |
| O ENSINO DA SUSTENTABILIDADE NA FORMAÇÃO DO ADMINISTRADOR | |
| Jairo de Carvalho Guimarães | |
| Geovana de Sousa Lima | |
| Shauanda Stefhanny Leal Gadêlha Fontes | |
| DOI 10.22533/at.ed.4482021015 | |
| CAPÍTULO 6 | 71 |
| JARDINAGEM E ARTE NA ESCOLA DE FORMA SUSTENTÁVEL | |
| Dayane Rebhein de Oliveira | |
| Ilaine Rehbein | |
| Stela Antunes da Roza | |
| DOI 10.22533/at.ed.4482021016 | |

CAPÍTULO 7 81

PROMOÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA, SAÚDE, EDUCAÇÃO E CULTIVO DE HORTALIÇAS NA
ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA USF VITÓRIA RÉGIA - HORTA VITAL

Altacis Junior de Oliveira
Andressa Alves Cabreira dos Santos
Herena Naoco Chisaki Isobe
João Ricardo de Souza Dalmolin
Marcia Cruz de Souza Rocha
Monica Tiho Chisaki Isobe
Natalia Gentil Lima
Vinicius da Silva Assunção

DOI 10.22533/at.ed.4482021017

CAPÍTULO 8 87

OS IMPASSES DO USO DE HERBICIDAS SINTÉTICOS E AS POTENCIALIDADES DOS
BIOHERBICIDAS

Carlos Eduardo de Oliveira Roberto
Thammyres de Assis Alves
Josimar Aleixo da Silva
Rodrigo Monte Lorenzoni
Francisco Davi da Silva
Patrícia Fontes Pinheiro
Milene Miranda Praça Fontes
Tais Cristina Bastos Soares

DOI 10.22533/at.ed.4482021018

CAPÍTULO 9 98

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS GENOTÓXICOS COM UTILIZAÇÃO DOS TESTES DE MICRONÚCLEO E
ANORMALIDADE NUCLEAR EM SERRASALMUS BRANDTII (LÜTKEN, 1865) NO RESERVATÓRIO
DE ITAPARICA, SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Fátima Lúcia de Brito dos Santos
Márcia Cordeiro Torres
Angerlane da Costa Pinto

DOI 10.22533/at.ed.4482021019

CAPÍTULO 10 114

ANÁLISE DO DESEMPENHO DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS INDUSTRIAIS EM LAGOAS
DE ESTABILIZAÇÃO – ESTUDO DE CASO DE UMA AGROINDÚSTRIA

José Roberto Rasi
Roberto Bernardo
Cristiane Hengler Corrêa Bernardo

DOI 10.22533/at.ed.44820210110

CAPÍTULO 11 124

ANÁLISE DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DA REGIÃO DE
LEIRIA, PORTUGAL

Gabriel Heiden de Moraes
José Luis Vera
Valentina Fernandes Domingues
Cristina Delerue-Matos
Daniel Felipe J. Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.44820210111

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 12 | 135 |
| UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AMBIENTAIS PARA REMOÇÃO DE ÓLEO DE AMBIENTES AQUÁTICOS | |
| Elba Gomes Dos Santos Leal | |
| Caio Ramos Valverde | |
| Ricardo Guilherme Kuentzer | |
| DOI 10.22533/at.ed.44820210112 | |
| CAPÍTULO 13 | 147 |
| SÍNTESE HIDROTÉRMICA DE MAGHEMITA DE REJEITO DE LAVAGEM DE BAUXITA DA REGIÃO AMAZÔNICA | |
| Renata de Sousa Nascimento | |
| Bruno Apolo Miranda Figueira | |
| Oscar Jesus Choque Fernandez | |
| Marcondes Lima da Costa | |
| DOI 10.22533/at.ed.44820210113 | |
| CAPÍTULO 14 | 156 |
| OS REJEITOS DE MN DA AMAZÔNIA COMO MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE NANOMATERIAL COM ESTRUTURA EM CAMADA | |
| Leidiane A. da Silva | |
| Cícero W. B. Brito | |
| Gricirene S. Correia | |
| Kauany F. Bastos | |
| Henrique Ismael Gomes | |
| Maria Heloiza dos S. Lemos | |
| Bruno A. M. Figueira | |
| DOI 10.22533/at.ed.44820210114 | |
| CAPÍTULO 15 | 163 |
| BIOCARVÃO NA AGRICULTURA | |
| Emmanoella Costa Guaraná Araujo | |
| Gabriel Mendes Santana | |
| Tarcila Rosa da Silva Lins | |
| Iací Dandara Santos Brasil | |
| Vinícius Costa Martins | |
| André Luís Berti | |
| Marks Melo Moura | |
| Guilherme Bronner Ternes | |
| Ernandes Macedo da Cunha Neto | |
| Letícia Siqueira Walter | |
| Ana Paula Dalla Corte | |
| Carlos Roberto Sanquetta | |
| DOI 10.22533/at.ed.44820210115 | |
| CAPÍTULO 16 | 172 |
| MOVIMENTOS DE MORADIA, AUTOGESTÃO E POLÍTICA HABITACIONAL NO BRASIL: ESTUDOS DE CASOS | |
| Camila Danubia Gonçalves de Carvalho | |
| Luiz Antonio Nigro Falcowski | |
| DOI 10.22533/at.ed.44820210116 | |
| SOBRE OS ORGANIZADORES | 188 |
| ÍNDICE REMISSIVO | 189 |

UM ESTUDO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE LIGANTES ASFÁLTICOS MODIFICADOS COM ÓLEO DA MORINGA

Data de aceite: 20/12/2019

Iarly Vanderlei da Silveira

Lêda Christiane de F. Lopes Lucena

Universidade Federal de Campina Grande,
Departamento de Engenharia Civil, Campina
Grande, Paraíba.

RESUMO: A preocupação com o desenvolvimento sustentável tem levado ao estudo de tecnologias verdes que minimizem os impactos ao meio ambiente sem comprometer a qualidade do pavimento. Neste cenário, a indústria da pavimentação tem começado a pesquisar e aplicar as misturas asfálticas mornas, que são produzidas em temperaturas mais baixas que as convencionais e reduzem o gasto com combustível. As misturas mornas são resultados da adição de um óleo, geralmente orgânico, ao ligante convencional, diminuindo a viscosidade deste. As sementes de Moringa possuem um teor de óleo entre 38 e 40%, e possui propriedades antioxidantes e lubrificantes. O objetivo deste trabalho consiste em estudar as propriedades físicas e reológicas de misturas asfálticas modificadas com o óleo da moringa, como aditivo verde para reduzir as temperaturas de fabricação, quanto ao envelhecimento a curto prazo. O

óleo da moringa foi extraído com uma prensa a quente com compressão a partir da torta das sementes. Em seguida, foram realizadas 6 misturas betuminosas utilizando CAP 50/70 e o óleo da moringa em diferentes proporções (0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% e 3%) além de uma amostra de referência (CAP puro). Os ligantes foram analisados utilizando-se ensaios de viscosidade Brookfield, Penetração, Ponto de Amolecimento e o envelhecimento por meio de Estufa de Efeito de Calor e Ar de Filme Fino Rotativo (RTFOT). Os resultados da viscosidade aparente Brookfield, a penetração e o ponto de amolecimento, das misturas contendo óleo da Moringa apresentaram resultados satisfatórios quando comparados a amostra de referência.

PALAVRAS-CHAVE: Misturas asfálticas, Moringa, Misturas Asfálticas Mornas

A STUDY ON THE REOLOGICAL PROPERTIES OF ASPHALTIC BINDERS MODIFIED WITH MORINGA OIL

ABSTRACT: The concern for sustainable development have been to the study of green technologies that minimize impacts on the environment without compromising the pavement quality. In this scenario, the flooring industry has begun researching and applying warm asphalt mixtures, which are produced at lower temperatures than conventional and reducing fuel consumption. The warm mixture

the warm mixture, is the result of thereof of oil, usually organic, in a conventional binder, decreasing the viscosity. Moringa seeds have an oil content between 38 and 40%, has antioxidant and lubricating properties. The objective of this work is to study the physical and rheological properties of modified asphalt mixes with the oil of moringa as green fuel additive to reduce manufacturing temperatures, as the aging in the short term. The moringa oil was extracted with a hot press to Compression from the seed cake. Then 6 asphalt mixtures using CAP 50/70 and moringa oil in different proportions (0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% and 3%) in addition to a reference sample (pure CAP). The ligands were analyzed using tests, to Brookfield viscosity, penetration, softening point and aging by Greenhouse Effect of Heat and Air Thin Film Revolving (RTFOT). The results of the Brookfield apparent viscosity, penetration and softening point of the mixtures containing Moringa oil showed satisfying results when compared to the reference sample.

KEYWORDS: Asphalt Mixtures, Moringa, Warm Asphalt Mixtures

1 | INTRODUÇÃO

A busca por produtos que sejam eficientes, e causem pouco ou nenhum dano ao ambiente, vem incentivando cada vez mais pesquisas sobre produtos oriundos de fontes renováveis, e cuja exploração gere benefícios à população.

A redução das temperaturas de produção e aplicação das misturas betuminosas proporciona benefícios de sustentabilidade evidentes a curto, médio e longo prazo, possíveis de agrupar em vantagens sociais, econômicas e ambientais (NYNAS, 2009).

Neste cenário, a indústria da pavimentação tem pesquisado formas de reduzir as suas emissões de gases tóxicos, durante as etapas de usinagem e compactação, e diminuir o consumo energético durante o processo utilizando as misturas asfálticas mornas. Misturas asfálticas mornas ou warm mix asphalt (WMA) são misturas asfálticas produzidas em temperaturas inferiores as convencionais; consequentemente reduzem o gasto com combustível, as emissões de gases poluentes e a exposição dos trabalhadores aos fumos durante a usinagem ou aplicação da mistura.

As misturas asfálticas mornas foram desenvolvidas na Europa, em 1997, com o objetivo de adequar os procedimentos empregados pela indústria da pavimentação às premissas do Protocolo de Kyoto. A Associação Nacional dos de Pavimentação dos EUA (NAPA) organizou uma comissão em 2002 para examinar os progressos obtidos nesta tecnologia na Europa. Em 2007, foi realizado novamente este estudo pelos engenheiros norte-americanos para reunir informações adicionais sobre a tecnologias WMA na Europa (KANDHAL, 2010).

A tecnologia WMA se apresenta como um processo construtivo alternativo, por ser ecologicamente menos agressiva quando comparado com outras tecnologias, principalmente as misturas à quente (KOENDERS et al, 2000). Poucos processos e produtos tornaram-se disponíveis com capacidade de reduzir a temperatura pela qual o asfalto quente é misturado, sem comprometer o desempenho estrutural dos

pavimentos. Estes novos produtos podem reduzir as temperaturas de produção em 40%. Diminuir a temperatura de mistura na usina significa, entre outras coisas, economizar custos com combustíveis ao contratante. Constatou-se que diminuir a temperatura de usinagem pode levar a redução de 30% no consumo de energia combustível (OTTO, 2009).

As modificações impostas em misturas mornas baseiam-se na redução da viscosidade dos ligantes betuminosos em determinados limites de temperatura. A redução da viscosidade permite o total encobrimento do agregado a temperaturas mais baixas, do que tradicionalmente seriam necessárias para a produção de concretos betuminosos usinados a quente.

As misturas asfálticas mornas diferem de outras misturas asfálticas pelas temperaturas nas quais são produzidas e pela resistência e durabilidade do produto final. O principal objetivo das misturas asfálticas mornas é alcançar resistência e durabilidade equivalentes ou superiores às das misturas asfálticas a quente (NEWCOMB, 2007). A diminuição da temperatura na produção de misturas asfálticas é muito desejável sob diversos aspectos como a busca por melhores resultados de trabalhabilidade garantindo compactação; temperaturas de produção e aplicação reduzidas podem melhorar os resultados em pavimentação em climas frios e ainda representar menor envelhecimento do ligante asfáltico por oxidação, podendo possibilitar melhor desempenho do pavimento aumentando a resistência ao trincamento.

A moringa oleífera (Lam) é uma árvore especial, não apresenta dificuldades quaisquer que sejam os métodos escolhidos para a sua propagação, pode ser pelo plantio direto, produção de mudas a partir de sementes ou de estacas, podendo ser plantada em elevadas altitudes até 2000 metros de altura. Adaptam-se bem as condições climáticas tanto do clima semi-árido como sub-úmido, não sendo necessários altos volumes pluviométricos por ano, é tolerante à seca e produz boa quantidade de óleo. (ESPLAR, 2006). A planta não apresenta exigências específicas em termos de tipos de solos a não ser a impossibilidade de se desenvolver em solos encharcados.

A produção das sementes apresenta grandes variações, esse fato está ligado ao manejo da planta, a disponibilidade de água e o clima podendo chegar a produzir entre 20 a 24 mil sementes por planta com devidos cuidados adequados. A semente desta árvore produz um óleo amarelo claro de alta qualidade, que pode ser de 35% a 40% da massa total da semente (RURAL BIONERGIA, 2013).

Levando-se em consideração que depois da extração do óleo da semente de moringa oleífera (Lam), a torta restante não é tóxica e não perde suas propriedades de coagulação, podendo ser usada como decantador no tratamento de água para o consumo humano (RANGEL, 2010) e como alimentação de animais graças a suas vitaminas e minerais existentes tanto na torta restante da extração como nas folhas e flores da planta, este recurso natural pode ser importante para a economia regional. Com a plantação em alta escala da moringa, pode-se também reduzir o índice de

gás carbônico existente no ar. Pela produção intensiva de flores e sementes, estudos recentes recomendam seu plantio para a extração de óleo das sementes para a produção de biodiesel (RURAL BIOENERGIA, 2013).

O óleo da moringa é oriundo de fonte renovável e biodegradável e pode ser utilizado como “aditivo verde”. Por suas características antioxidantes e suas propriedades tensoativas, mostra-se promissor para reduzir a elevada viscosidade dos ligantes e ligantes modificados por polímeros, reduzindo gastos na usina, além de aumentar a estabilidade à estocagem e a adesividade nas misturas com os agregados. Nesse contexto, o óleo da Moringa mostra-se potencialmente útil para ser empregado como aditivo na melhoria das propriedades dos cimentos asfálticos.

Este trabalho consistiu em estudar as propriedades físicas de misturas asfálticas modificadas com o óleo da moringa, como aditivo verde para reduzir as temperaturas de fabricação e compactação, e também quanto ao envelhecimento a curto prazo.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O CAP utilizado na pesquisa foi do tipo 50/70 cujas especificações estão de acordo com a Agência Nacional de Petróleo (ANP), a qual define os parâmetros de aceitação e classificação.

As sementes de Moringa oleífera Lam foram coletadas em árvores existentes na Universidade Federal de Campina Grande, no campus da cidade de Patos/PB . As cascas foram descascadas manualmente com um auxílio de um soquete, obtendo 400 gramas de sementes do total de 750 gramas de moringa. Após 3 horas de extração, a torta da moringa foi colocada em estufa de secagem a 40°C, para eliminar a água contida nas sementes, por um período de 24 horas, tempo suficiente para a massa ficar constante.

Após este tempo de secagem as amostras foram colocadas na Prensa Hidráulica em um recipiente protegido por algodão para evitar o contato das partículas sólidas das sementes com o óleo extraído. Em seguida foram aplicadas cargas elevadas em torno de 30 toneladas para a extração do óleo da moringa.

As análises da caracterização do óleo de moringa são regulamentadas através de normas e foram efetuadas para a amostra em estudo, como citadas na Tabela 1.

| Análise | Método |
|--------------------------------|----------------|
| Índice de acidez | AOCS Ca-5a -40 |
| Índice de Iodo | EM 14111 |
| Viscosidade Cinemática | ASTM D 445 |
| Índice de Saponificação | NBR 14854 |

Tabela 1: Normas para as análises físico-químico do óleo da moringa.

As análises para o índice de acidez, índice de iodo, índice de saponificação

e viscosidade cinemática foram realizadas no laboratório de físico-química da Universidade Federal de Campina Grande - PB.

O processo de produção do CAP modificado ocorreu a partir da adição de teores do óleo de moringa, variando de 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 e 3%, em um agitador mecânico (FISATOM, Modelo 722) com as condições de temperatura e rotações controladas.

Primeiramente foram aquecidos 500g de CAP 50/70 a uma temperatura de 120°C em estufa. Em seguida, colocou-se o ligante puro em um misturador mecânico com a manta pré-aquecida, à mesma temperatura, com rotações de 300 rpm. Ao ser atingida a temperatura de 135°C, foram adicionados os percentuais relativos do óleo de moringa e elevado o número de rotações para 406 rpm, mantendo-se em um intervalo de 20 minutos para obtenção de uma homogeneização perfeita. Decorrido este tempo, a nova composição foi retirada do misturador, deixando-a esfriar à temperatura ambiente e estocando-a adequadamente para uso. Esta metodologia foi baseada em estudos realizados por Faxina (2006) e Souza (2012).

Após a mistura, foram realizados ensaios reológicos com a adição de óleo de Moringa, ao ligante asfáltico, nos teores de 0,5 a 3% em peso. Em seguida, as 6 misturas betuminosas e a amostra de referência (CAP Puro), foram submetidas aos ensaios de penetração, ponto de amolecimento, viscosidade brookfield e envelhecimento a curto-prazo utilizando a estufa RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test) (Tabela 2).

| Ensaio | Norma |
|------------------------|----------------|
| Ponto de Amolecimento | ABNT NBR 6576 |
| Penetração | ABNT NBR 6576 |
| Viscosidade Brookfield | ABNT NBR 15184 |
| RTFOT | ABNT NBR 15235 |

Tabela 2: Normas para os ensaios de caracterização do CAP

3 | RESULTADOS E DISCURSÕES

3.1 Caracterização do óleo da moringa

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios das características físico químicas do óleo da Moringa utilizado nesta pesquisa.

| Análises | Resultados |
|---|------------|
| Índice de Acidez (mg KOH/Kg) | 7,95 |
| Índice de Iodo (g/100g) | 85,71 |
| Índice de saponificação (mg KOH/g) | 181,58 |
| Viscosidade a 40°C (mm ² /s) | 45,26 |

Tabela 3: Análise físico-química do óleo das sementes da Moringa

O resultado obtido para o índice de acidez foi de 7,95 mgKOH/g, este índice é a massa de hidróxido de potássio, em miligramas, gasta na neutralização dos ácidos

graxos livres presentes em um grama de amostra de óleo. O índice de iodo foi de 85,71 mg/100g indicando o grau de insaturação do óleo, considerando que o iodo reage com as duplas ligações, verifica-se que quanto maior o grau de insaturação, maior será proporcionalmente o índice de iodo. O índice de saponificação foi de 181,58 mgKOH/g, este é o número de miligramas de KOH necessários para saponificar um grama de gordura, quanto maior o índice de saponificação, mais base será consumida. A viscosidade foi de 45,26 mm²/s a 40 °C.

Na composição do óleo da moringa encontra-se o ácido oléico significando que o óleo é adequado para obtenção de biodiesel, com um baixo teor de insaturação. Isso indica sua boa qualidade para sua estabilidade oxidativa facilitando o transporte e armazenamento (ANP, 2005).

A adição de óleos aromáticos ao ligante asfáltico é uma alternativa para reduzir a viscosidade durante as operações de usinagem e compactação, melhorando a trabalhabilidade. Por outro lado, os óleos aromáticos reduzem a consistência do ligante asfáltico, à temperatura ambiente, prejudicando sua qualidade e reduzindo o desempenho das misturas asfálticas. Por ser um óleo aromático, o resíduo de óleo de moringa pode atuar como óleo extensor. Entretanto, deve ser adicionado em proporções adequadas, dependendo da concentração do óleo e da consistência do ligante asfáltico base.

3.2 Ensaio de penetração e ponto de amolecimento

Na Tabela 4 e na Tabela 5 estão apresentados os resultados dos Ensaio de Ponto de Amolecimento e de Penetração para as amostras estudadas.

| Ponto de Amolecimento | Tipo de Ligante | | | | | | |
|-----------------------|-----------------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| | CAP PURO | CAP +0,5% de moringa | CAP + 1% de moringa | CAP + 1,5% de moringa | CAP + 2% de moringa | CAP + 2,5% de moringa | CAP + 3% de moringa |
| Média | 50,7 | 49,55 | 49,2 | 47,3 | 46,7 | 46,1 | 43,2 |

Tabela 4: Resultados do ensaio de Amolecimento: CAP Puro; CAP + moringa variando de 0,5, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% e 3%

| Penetração | Tipo de Ligante | | | | | | |
|--------------|-----------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| | CAP PURO | CAP + 0,5% de moringa | CAP + 1% de moringa | CAP + 1,5% de moringa | CAP + 2% de moringa | CAP + 2,5% de moringa | CAP + 3% de moringa |
| Média | 56,6 | 56,9 | 67,8 | 75,5 | 89,2 | 90,6 | 99,4 |

Tabela 5: Resultados do ensaio de Penetração: CAP Puro; CAP + moringa variando de 0,5, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% e 3%

O CAP Puro apresenta penetração compatível com a sua classificação. A adição sucessiva de óleo de moringa ao CAP Puro teve como resultados a diminuição do ponto de amolecimento e aumento da penetração.

A partir dos dados de penetração e do ponto de amolecimento, calculou-se a susceptibilidade térmica, pela equação 1, que é a forma de estimativa da susceptibilidade térmica dos ligantes que consta da resolução da ANP e na Tabela 6 estão apresentados

os resultados do IP (Índice de Suscetibilidade Térmica ou Índice de Penetração) das amostras estudadas.

(eq.1)

$$IP = \frac{500 \log(P)+20 PA-1951}{120-50 \log(P)+PA} \quad (\text{eq.1})$$

| Índice de susceptibilidade térmica | Tipo de Ligante | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| | CAP PURO | CAP + 0,5% de moringa | CAP + 1% de moringa | CAP + 1,5% de moringa | CAP + 2% de moringa | CAP + 2,5% de moringa | CAP + 3% de moringa |
| Valor | -0,729 | -1,008 | -0,662 | -0,899 | -0,6044 | -0,7397 | -1,3943 |

Tabela 6: Resultados do Índice de Suscetibilidade Térmica: CAP Puro; CAP + moringa variando de 0,5, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% e 3%

As adições de óleo nas misturas até o valor de 3% apresentaram valores de susceptibilidade térmica compatíveis com a especificação da norma brasileira que classifica os CAPS numa faixa admissível para o IP entre (-1,5) e (+0,7), indicando os resultados uma baixa susceptibilidade térmica para as amostras estudadas.

3.3 Ensaio de Viscosidade Brookfield

Os resultados do ensaio com o equipamento da Brookfield permitiram analisar a influência da adição do óleo de moringa sobre o comportamento mecânico do CAP, uma vez que, com o auxílio deste, foi possível obter a variação da viscosidade com o acréscimo dos teores de óleo (Figura 1)

A partir dos dados foi possível estabelecer uma relação direta entre o acréscimo de óleo de Moringa e as variações das temperaturas de compactação e de usinagem das respectivas misturas asfálticas .

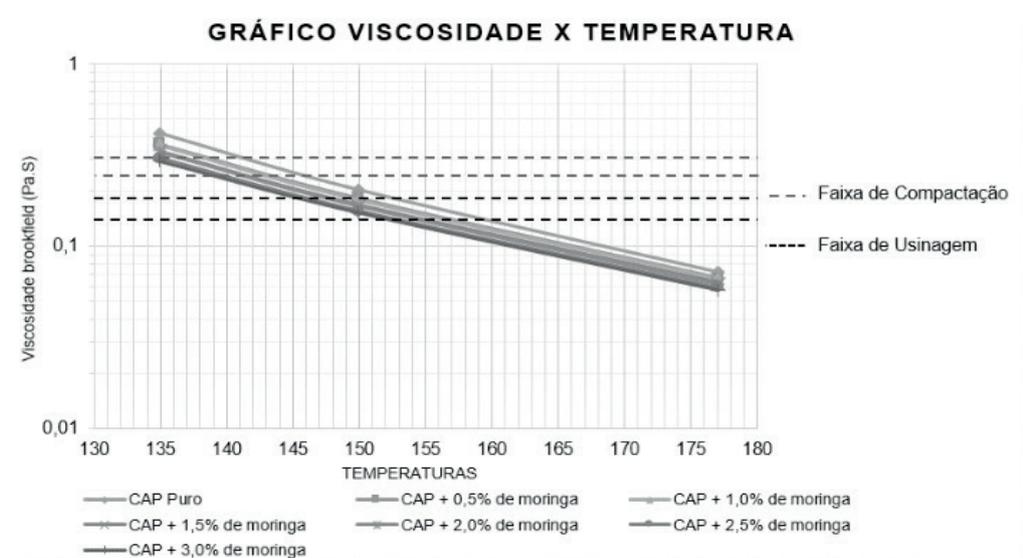


Figura 1: Curvas variação da viscosidade Brookfield em função das temperaturas dos CAPs estudados

Os resultados indicam que o acréscimo de óleo de moringa tem influência preponderante na diminuição da viscosidade do CAP e, portanto, na diminuição das temperaturas de compactação de usinagem das misturas asfálticas estudadas. Tal efeito proporcionou uma diminuição da temperatura de usinagem da mistura asfáltica (Norma da AASHTO T-312) em torno de 10°C para o maior teor de óleo de Moringa.

A alteração dos parâmetros de consistência do CAP com adição do óleo da moringa é influenciada pelas propriedades do ácido oléico, ácido graxo presente em grande quantidade nesta, que promove as interações intermoleculares como forças Van der Waals que se acentuam devido a molécula possuir uma grande massa molecular. No entanto, foi observada uma redução significativa na viscosidade, essa diminuição está relacionada à reação de transesterificação do óleo, sendo que o principal objetivo desta reação é diminuir este parâmetro. Além disso, a molécula apresenta uma insaturação com conformação da característica de ácidos graxos (ALLINGER et al., 1978) o que pode ajudar a diminuir a viscosidade devido o enfraquecimento das forças de dispersão e ao empacotamento das moléculas que é melhorado pela rigidez que essa conformação impõe a molécula.

Souza (2012) estudou a incorporação do óleo da Mamona em ligantes asfálticos para fabricação de misturas mornas com teores de óleo variando de 2 a 9% em peso. O autor adotou, tal qual o utilizado nesta pesquisa, as mesmas metodologias básicas baseada em estudos realizados por Faxina (2006). Os resultados encontrados pelo autor para a adição de óleo de mamona próximos dos 9% correspondem as características similares aos teores de 3% de moringa.

Ribeiro (2011) estudou misturas mornas com adição do líquido da castanha de caju variando de 0,5 a 2% em peso no ligante asfáltico convencional. O autor obteve maiores reduções de viscosidade para a adição de 2% do líquido, e os resultados de caracterização física dos asfaltos modificados foram compatíveis com o observado para a adição de 1% de óleo da moringa.

Estes fatos comprovam a eficácia da incorporação da moringa para reduzir a viscosidade e conseqüentemente minimizar os gastos de energia dos procedimentos aos quais são submetidos.

3.4 Estufa de Efeito de Calor e Ar de Filme Fino Rotativo (RTFOT)

- Perda de massa antes e após o RTFOT

Na Tabela 7 estão apresentados os valores medição da perda de massa antes e após o envelhecimento por meio da Estufa de Efeito de Calor e Ar de Filme Fino Rotativo (RTFOT), em que os resultados se encontram dentro da norma vigente (DNIT 095/2006 e ANP, 2005).

| RTFOT | Tipo de Ligante | | | | | | |
|----------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| | CAP PURO | CAP + 0,5% de moringa | CAP + 1% de moringa | CAP + 1,5% de moringa | CAP + 2% de moringa | CAP + 2,5% de moringa | CAP + 3% de moringa |
| Varição de massa (%) | 0,0368 | 0,04538 | 0,0436 | 0,0573 | 0,0507 | 0,0414 | 0,0433 |

Tabela 8: Resultados da perda de massa antes e após o RTFOT

Observa-se que a amostra de ligante puro foi a que apresentou menor perda de massa. Os demais ligantes modificados por moringa tiveram aumento de perda de massa, muito provavelmente devido as características antioxidantes e suas propriedades tensoativas, no caso de agente rejuvenescedor. Entretanto, os asfaltos modificados apresentaram perda de massa inferior ao preconizado por norma.

- **Ponto de Amolecimento e Penetração após o RTFOT**

A Figura 2 e a Figura 3 mostram o comparativo entre as amostras antes e após o RTFOT para os ensaios de Ponto de Amolecimento e Penetração, respectivamente.

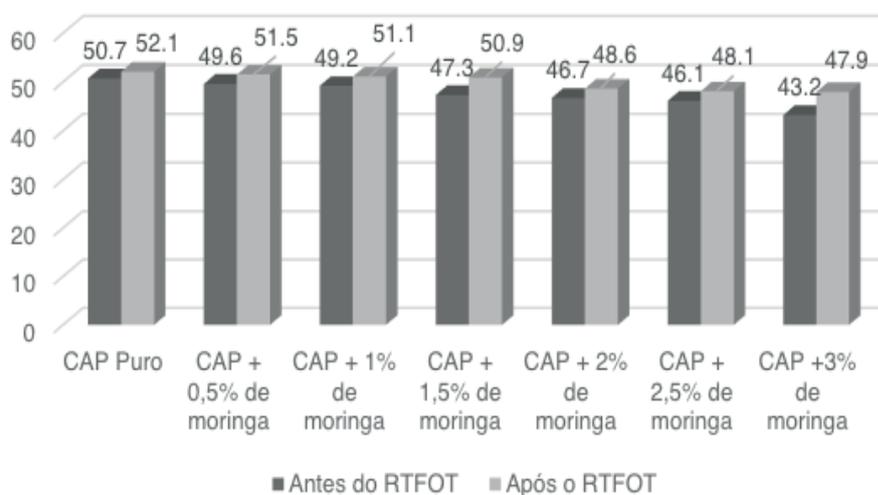


Figura 2: Análise do ponto de amolecimento antes e após o RTFOT dos CAPs estudados

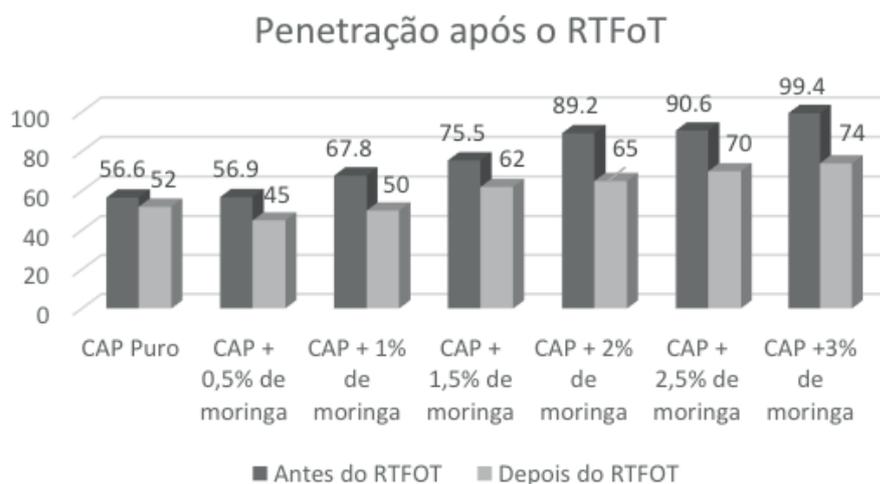


Figura 3: Análise da Penetração antes e após o RTFOT dos CAPs estudados

Observa-se que ao misturar os rejuvenescedores ao CAP puro, todas as misturas tiveram seu ponto de amolecimento diminuído em relação a este CAP original. Este fato é devido à viscosidade dos rejuvenescedores serem menores que o ligante, que após ser misturado com aditivos, acaba por ter sua consistência modificada, favorecendo o aumento da temperatura a qual faz com que o material amoleça. Na avaliação após envelhecimento em estufa RTFOT, observa-se que ocorreu aumento de consistência proporcionado pela oxidação e perda de voláteis devido à exposição de oxigênio e altas temperaturas. Isso conferiu maior consistência e temperatura de amolecimento ao ligante asfáltico.

Verifica-se que o CAP puro envelhecido teve uma pequena variação em seu valor da penetração, comparando o ensaio antes e depois do RTFOT. É possível observar que a adição dos rejuvenescedores favoreceu o aumento da consistência da mistura, conferindo menores valores de penetração.

O óleo da moringa proporcionou à mistura antes do RTFOT uma penetração muito elevada no teor de 3% o que inviabiliza o uso do material nesta porcentagem. Ao fazer a comparação entre o ensaio antes e depois do RTFOT, nota-se uma variação considerável do valor da penetração, ficando o valor de penetração no material com adição do óleo abaixo do valor do CAP envelhecido (CAP puro) após o RTFOT. Todos os rejuvenescedores utilizados pela pesquisa proporcionaram aumento na penetração, mas quando submetido ao envelhecimento em curto prazo a penetração diminuiu consideravelmente.

Brock (1996) comenta que as mudanças nas características de consistência ocorrem devido à exposição à temperatura e oxigênio. Essas mudanças, juntamente com os fatores que governam a velocidade de reação e seus eventuais efeitos, são de fundamental importância para a qualidade do ligante asfáltico e para o sucesso da produção de uma mistura asfáltica

Viscosidade Brookfield

A Figura 4 apresenta o comparativo entre as viscosidades Brookfield antes e após o RTFOT, constatando o aumento das viscosidades dos ligantes asfálticos após o envelhecimento realizado, ressaltando também, a diferença entre as viscosidades dos diferentes tipos de ligantes asfálticos pesquisados em que o elevado percentual de ácido oleico no óleo da moringa implica em um baixo teor de insaturações, o que tem reflexo direto e muito positivo em sua estabilidade à oxidação.

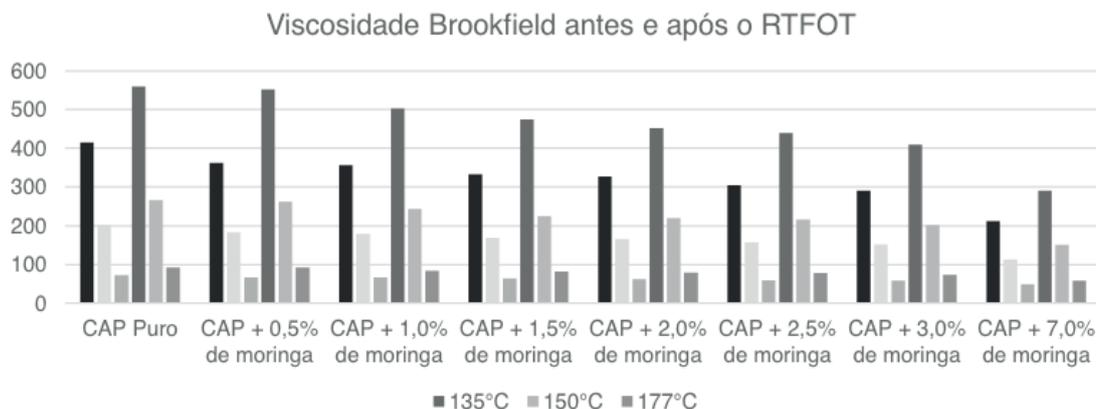


Figura 4: Análise das viscosidades Brookfield antes e após o RTFOT dos CAPs estudados

Verifica-se pela Figura 4 que todos os materiais após o envelhecimento apresentaram aumento da viscosidade, este aumento de viscosidade se deve a perda de frações leves e oxidação do material quando este é submetido à temperatura mais elevadas provocando o endurecimento do material e conseguinte aumento de sua viscosidade, comprovado pelo ensaio de perda de massa (RTFOT).

4 | CONCLUSÕES

Nesse estudo foi realizada uma análise das propriedades físicas de misturas asfálticas modificadas por teores de óleo da moringa (0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 e 3%), em que pode-se inferir, a partir dos experimentos e da fundamentação teórica que:

- o óleo de moringa possui um grande percentual de ácido oleico, cerca de 78%, indicando que esse óleo possui um baixo teor de instaurações, o que tem reflexo direto e muito positivo em sua estabilidade a oxidação;

- para o Ponto de Amolecimento, a adição do óleo levou a resultados inferiores ao CAP Puro 50/70 devido à viscosidade dos rejuvenescedores serem menores que o ligante, que após ser misturado com aditivos, acaba por ter sua consistência modificada, favorecendo o aumento da temperatura a qual faz com que o material amoleça;

- para a Penetração, a adição do óleo levou ao aumento dos valores referentes ao CAP Puro e para os teor de 3% impossibilita o uso do material nessa porcentagem, no entanto a susceptibilidade térmica entre os teores de 0,5% e 3% de óleo atenderam a preconização da ANP (Agencia Nacional de Petróleo e Energia).

- para o ensaio de Viscosidade Brookfield, a adição do óleo levou a resultados de viscosidade inferiores ao CAP puro 50/70. Esta característica tornou-se fator promissor, já que a adição do óleo de moringa proporciona a mistura melhor trabalhabilidade, e consequentemente na redução das temperaturas de usinagem e de compactação e este fato reflete em melhoria na trabalhabilidade das misturas asfálticas, garantindo assim, um teor especificado de adição deste óleo sobre as propriedades mecânicas

das misturas asfálticas e na economia dos custos efetivos para a produção e execução da mistura na pista.

-para o envelhecimento por meio da Estufa de Efeito de Calor e Ar de Filme Fino Rotativo (RTFOT), observou-se um aumento da consistência dos ligantes com a adição do óleo, devido principalmente as propriedades tensoativas da moringa a partir das análises dos ensaios de penetração e amolecimento.

Portanto, podemos inferir que a redução de 10°C nos processos de usinagem e compactação da mistura, devido à adição de 3,0% de óleo de moringa, mostra que o óleo de moringa é um promissor aditivo para as misturas asfálticas a quente. Entretanto, ressalta-se que a adição do óleo da moringa deve ser efetuada para teores no intervalo compreendido entre 0,5% a 1%, pois nestes teores ocorre uma diminuição significativa das temperaturas de usinagem e compactação sem comprometer o desempenho do ligante asfáltico, inclusive quanto ao envelhecimento.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela manutenção da bolsa, PIBIC; ao Laboratório de Engenharia de Pavimentos (LEP) do Departamento de Engenharia Civil; a Associação Técnico Científica Ernesto Luiz de Oliveira Junior (Atecel) pela estrutura e equipamentos disponibilizados para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AASHTO: AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. AASHTO T-312.: *Preparing and Determining of Density of Hot Mix Asphalt (HMA) Specimens by Means of The Superpave Giratory Compactor – 2010*

ABNT NBR 6576/00 – Materiais Betuminosos – Determinação da Penetração

ABNT NBR 6576/00 – Materiais Betuminosos – Determinação do Ponto de Amolecimento – Método do anel e bola.

ALLINGER, N. L.; CAVA, M. P.; JONGH, D. C.; JOHNSON, C. R.; LEBEL, N. A.; STEVENS, C. L.; **Química Orgânica**, Ed. Guanabara: Rio de Janeiro, v16 p 964, 1978

ANP (2005). Agência Nacional de Petróleo. Resolução ANP N°19, de 11 de julho de 2005.

ASTM – American Society for Testing and Materials (2002) D4402 *Standard Test Method for Viscosity Determinations of Unfilled Asphalts Using the Brookfield Thermosel Apparatus.*

Brock, J.D. (1996). Boletín Técnico T – 103 S – Oxidación Del Asfalto. Astec Industries, Inc, EUA.

ESPLAR; **Moringa**. Disponível em ://www.esplar.org.br/publicacoes/moringa.htm>. Acesso em: 23 Nov. 2013.

FAXINA, L.A. **Estudo da viabilidade técnica do uso do resíduo de óleo de xisto como óleo extensor em ligantes asfalto-borracha**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

KANDHAL, P.S. warm mix asphalt technologies: an overview. In **Journal of the Indian Roads Congress**, 2010.

KOENDERS, B. G.; STOKER, D. A.; BOWEN, C.; de GROOT, P.; LARSEN, O.; HARDY, D.; WILMS, K. P. Innovative processes in asphalt production and application to obtain lower operating temperatures. In: CONGRESSO EURASPHALT & EUROBITUME. 2º. **Anais...** Barcelona, Espanha Set. 2000.

MIRZA, M. W. & WITCZAK, M. W., 1995, *Development of a Global Aging System for Short and Long Term Aging of Asphalt Cements*, *Proceeding*, Association of Asphalt Paving Technologist, AAPT, vol 64, vol 74 pg. 393-430.

NEWCOMB, D. **Na introduction to warm-mix-asphalt**. 2006. National Asphalt Pavement Association, Lanham. Disponível em: <<http://fs1.hotmix.org>> Acesso em: 22 Jan. 2013

NYNAS (2009). “**Asfalto templado, semi-templado y frío: el caso a favor de lasostenibilidad**”. NynasBitumen Magazine: Performance; 2009.

Otto, G. G. **Misturas asfálticas mornas: verificação da fadiga e do módulo complexo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2009

RANGEL, M. S. **Moringa Oleífera**: um purificador natural de água e complemento alimentar para o nordeste do Brasil. Disponível em: <<http://www.jardimdeflores.com.br/floresefolhas/A10moringa.htm>>. Acesso 2 Nov. 2013.

RIBEIRO, E.A. O efeito da modificação de ligante asfáltico com o líquido da castanha de caju (LCC) na resistência ao dano por umidade em misturas asfálticas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2011

RURAL BIOENERGIA. Disponível em: <<http://www.ruralbioenergia.com.br/default.asp?tipo=1&secao=moringa.asp>> Acesso em: 02 Nov. 2013.

SOUZA, J.L.S. **Estudo das Propriedades Mecânicas de Misturas Asfálticas com Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado com Óleo de Mamona**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Administração 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 61, 62, 63, 64, 66, 69, 70, 114, 175, 183, 188
Adsorção 135, 139, 140, 142, 144, 145, 146, 167
Aerogerador 12, 14, 17, 18, 20, 21, 23, 24
Agricultura 25, 88, 89, 90, 93, 96, 163, 169
Agroecologia 88
Agroquímicos 89, 99, 100, 101, 104, 111
Apropriação social da ciência 1, 8

B

Bauxita 147, 148, 149, 151, 154, 155
Biomarcadores 98, 99, 100, 102, 104, 111, 112, 113
Biomassa 36, 144, 163, 164, 166, 167

C

Cidades Sustentáveis 26, 27

E

Educação Ambiental 70, 71, 72, 73, 74, 79, 80
Efluente 114, 115, 118, 119, 121, 122, 123, 137, 139, 145
Energia eólica 12, 13, 14
Energia Solar Fotovoltaica 26, 27, 29, 30, 32, 34, 35
Estações de tratamento 114, 138, 139

G

GC-MS (Cromatógrafo Gasoso acoplado com Espectrômetro de Massa) 124, 125, 128, 133
Genotoxicidade 99, 100, 101

H

Habitação 172, 175, 177, 186
Hortaliças 81, 82, 83, 84, 85, 86

L

Lagoas de estabilização 114, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

M

Meio-ambiente 1, 2
Misturas asfálticas 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 47, 48, 49

P

Pesticidas 96, 97, 124, 125, 126, 129, 130, 131, 133

Petróleo 40, 47, 48, 49, 73, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 145, 146

Pirólise 164, 166, 167, 168

Planejamento Urbano 172, 188

Políticas Públicas 26, 27, 29, 30, 31, 32, 188

R

Rejeitos 147, 148, 149, 150, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

Resíduos 64, 67, 81, 95, 96, 116, 117, 122, 135, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 148, 154, 165, 166

S

Sociedade 5, 6, 9, 13, 28, 31, 50, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 68, 71, 72, 73, 79, 80, 83, 93, 147, 172, 175, 188

Solo 4, 72, 84, 91, 97, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 178

Sustentabilidade 12, 16, 26, 27, 32, 33, 37, 38, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 81, 87, 94, 98, 114, 122, 124, 135, 147, 156, 163, 172, 188, 191

T

Telhados Inteligentes 26, 27, 32

 **Atena**
Editora

2 0 2 0