



**Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015**

I Seminário de Projetos Integrados  
I Jornada de Extensão  
I Seminário de Iniciação Científica  
I Encontro de Pós-Graduação

## **ESTUDO DO APROVEITAMENTO E APLICAÇÃO DE SUBPRODUTOS RESIDUAIS DA ROTA TECNOLÓGICA DE CRAQUEAMENTO VISANDO A OBTENÇÃO DE LIGANTES PARA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA E MATERIAIS PRECURSORES PARA LUBRIFICANTES**

Renan Correa Aranha<sup>1</sup> - Unifesspa  
Silvio Alex Pereira da Mota<sup>2</sup> - Unifesspa

Agência Financiadora: CNPq/PROPIT

**Eixo Temático/Área de Conhecimento:** Engenharias; Materiais Poliméricos; Reaproveitamento de resíduos.

### **1. INTRODUÇÃO**

No Brasil, de acordo com Bernucci (2006) aproximadamente 95% das estradas pavimentadas são de composição asfáltica. O asfalto tem grande importância devido suas propriedades das quais podem ser citadas, a forte união com os agregados e impermeabilização da camada do solo.

Devido à sua grande utilização, novas medidas de sua fabricação vem sendo adotadas. Com obtenção a partir de matérias-primas oleaginosas, como o craqueamento de óleos vegetais, gerando um produto conhecido como PLO (Produto Líquido Orgânico) preservando as reservas de fontes não-renováveis.

O PLO quando submetido à uma destilação fracionada, gera biocombustíveis e um material residual de alto teor de hidrocarbonetos, segundo Mota *et al* (2013) este material residual torna-se semelhante ao material primordial utilizado para a fabricação de ligantes asfálticos.

O presente trabalho tem como objetivo geral, estudar a viabilidade da utilização de subprodutos residuais gerados na rota tecnológica de craqueamento visando à obtenção de ligantes para pavimentação asfáltica e materiais precursores para lubrificantes. Além de realizações específicas como ensaios e caracterizações físico-químicas do PLO e do produto de interesse contendo hidrocarbonetos pesados ao final da destilação identificados como produto de fundo.

### **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

O processo de destilação ocorreu em diferentes etapas e em locais diferentes, porém a matéria-prima utilizada foi a mesma em todos os momentos. O PLO (Produto Líquido Orgânico) é um material proveniente de um processo de craqueamento do óleo de palma realizado em escala piloto no Laboratório de Processos e Separação Térmica (THERMTEK/UFPA), o mesmo laboratório foi utilizado inicialmente para a realização de um processo de destilação fracionada, afim de obter um material de consistência viscosa e rico em hidrocarbonetos pesados a partir do PLO. O sistema de destilação era em escala de bancada composto por uma manta aquecedora capaz de alcançar temperaturas acima de 400°C, um resfriamento ultratermostático, um balão volumétrico de fundo redondo para acondicionamento do PLO, uma coluna do tipo Vigreux, condensador de borossilicato e um funil para a coleta das frações leves de biocombustíveis extraídos com o aquecimento do sistema. Esta etapa garantiu a realização de três bateladas e seus produtos

<sup>1</sup>Graduando do Curso de Bacharel em Engenharia de Materiais (FEMAT/IGE/Unifesspa). Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq. E-mail: [renanaranha@yahoo.com.br](mailto:renanaranha@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia pela UFPA. Professor Adjunto da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (FEMAT/IGE/Unifesspa). Coordenador de Estágio e Coordenador de TCC da Faculdade de Engenharia de Materiais. E-mail: [silviomota@unifesspa.edu.br](mailto:silviomota@unifesspa.edu.br)

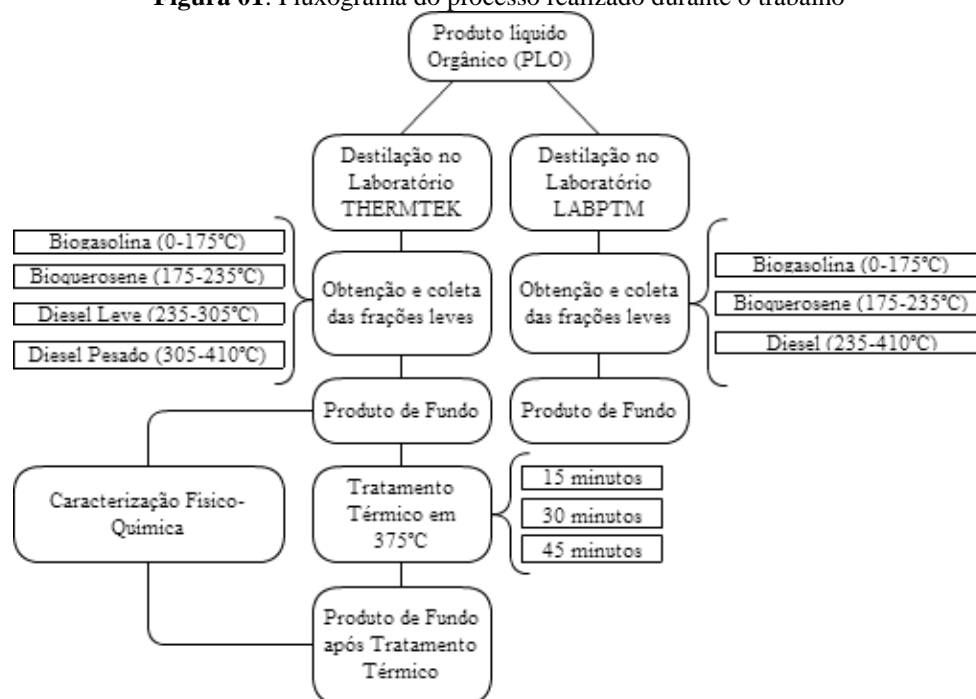
Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015

I Seminário de Projetos Integrados  
I Jornada de Extensão  
I Seminário de Iniciação Científica  
I Encontro de Pós-Graduação

de fundo foram submetidos a um tratamento térmico com objetivo de garantir uma maior viscosidade, próxima do ideal. O tratamento ocorreu no Laboratório de Materiais Cerâmicos (LMC) em um forno mufla, posteriormente as amostras foram submetidas às caracterizações físico-químicas.

Em continuidade ao objetivo do trabalho, foi montado no Laboratório de Materiais Poliméricos e Transformação de Materiais (LABPTM) um sistema de destilação bem semelhante ao utilizado anteriormente, porém sem um resfriamento ultratermostático. Nessa etapa, as bateladas, geraram em sua maioria um produto de fundo bem característico a um ligante asfáltico, eliminando assim, o tratamento térmico utilizado para os produtos de fundo das bateladas 1,2 e 3. O fluxograma desenhado na figura 01 detalha cada passo realizado durante o trabalho.

**Figura 01:** Fluxograma do processo realizado durante o trabalho



Fonte: Autor, 2015.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se verificar na Tabela 1, os resultados das análises físico-químicas feitas no produto de fundo da destilação fracionada do PLO antes do tratamento térmico.

Tabela 1: Resultados das análises físico-químicas do produto de fundo antes do tratamento térmico.

Ensaio	Unidade	Valores
Densidade relativa		0,9167
Viscosidade Saybolt-Furol		
a 135°C		100
a 150°C	S	60
a 177°C		13
Índice de acidez	mg KOH/g	37,31
Ponto de fulgor	°C	200

Fonte: Autor, 2014.

**Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015**

I Seminário de Projetos Integrados  
I Jornada de Extensão  
I Seminário de Iniciação Científica  
I Encontro de Pós-Graduação

Segundo Bernucci (2006) o valor real da densidade relativa do CAP é de 0,9990, com os dados obtidos nos ensaios observou-se que a amostra possui valor semelhante ao valor real. Em relação aos valores de viscosidade e índice de acidez, quando comparado os valores da viscosidade Saybolt da norma ABNT NBR 14950 e Índice de acidez da norma NBR 14448 com os valores da amostra, é possível notar que o material analisado possui valor semelhante ao CAP 150-200 a 135°C; já a 150°C ele possui valor semelhante ao CAP 50-70, entretanto quando ele se encontra a 177°C ele se aproxima do valor mínimo solicitado na especificação do CAP 85-100 e CAP 150-200 (15 a 60 segundos).

O valor obtido no ensaio de Ponto de fulgor mostra que o material estudado possui um valor abaixo do especificado pela norma que é 235°C para todos os tipos de CAP's.

Na Tabela 2 é possível analisar e comprar os resultados das análises físico-química nas amostras após o tratamento térmico nas suas variações de tempo.

Tabela 2: Resultados das análises físico-químicas do produto de fundo após o tratamento térmico.

Propriedades	Unidade	Amostra 1 (15 min)	Amostra 2 (30 min)	Amostra 3 (45 min)
Densidade relativa		0,9185	0,9233	0,9376
Viscosidade Saybolt-Furol				
a 135°C		-	60	85
a 150°C	S	-	30	46
a 177°C		-	10	12
Índice de acidez	mg KOH/g	29,51	29,65	22,17
Ponto de fulgor	°C	210	200	240

Fonte: Autor, 2014.

Em relação a densidade relativa, é notório o aumento, porém sem ficar ainda dentro na norma especificada. Todas as amostras obtiveram um aumento em relação do produto de fundo sem tratamento térmico, porém somente a 3 que mais se aproximou do valor ideal.

A viscosidade da amostra 2 não obedeceu a nenhuma especificação em relação a CAP em todas as faixas de temperaturas utilizadas, seu ponto de fulgor também permaneceu abaixo que o especificado pela norma. A viscosidade da amostra 3 obedeceu às especificações do CAP 150-200 em praticamente todas as faixas de temperatura, na temperatura de 177°C o valor chega a ser aproximado porém não se encontra dentro da norma regulamentadora. Sendo também a amostra 3 a única amostra a atingir um valor de ponto de fulgor atendido pela norma.

As bateladas posteriores realizadas no LABPTM nomeadas de bateladas 4, 5, 6, 7 e 8, tiveram rendimentos abaixo dos 20%, excluindo a batelada 4, como observado na tabela 3.

Tabela 3: Rendimento obtido com os procedimentos realizados no LABPTM.

Batelada	Produto de fundo (g)	PLO inicial (g)	Rendimento (%)
Batelada 4	176,783	423,575	41,73
Batelada 5	31,628	387,300	8,16
Batelada 6	65,652	339,000	19,36
Batelada 7	71,218	428,117	16,63
Batelada 8	61,315	426,345	14,38

Fonte: Autor, 2015.

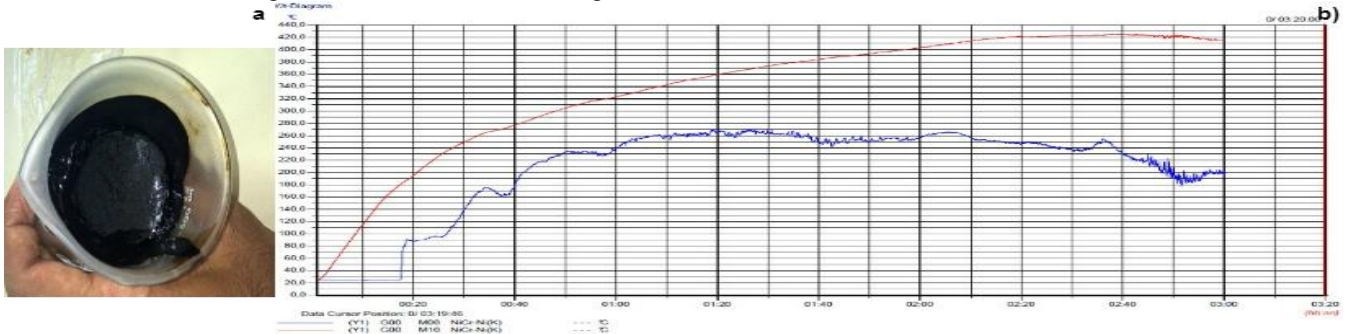
A figura 02, representa o ligante obtido na batelada 7 junto com seu perfil térmico do processo de destilação, este perfil térmico serviu para análise da variação de temperatura entre o produto líquido no interior do balão em contato com a manta aquecedora e com os gases de topo. Com isso foi possível a coleta exata de todas as frações leves em suas respectivas temperaturas. Foi escolhida a imagem do ligante da

Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015

I Seminário de Projetos Integrados  
I Jornada de Extensão  
I Seminário de Iniciação Científica  
I Encontro de Pós-Graduação

batelada 7, devido este ser um dos que apresentaram uma melhor característica sem a necessidade de um tratamento térmico para aumento da viscosidade, assim como ocorrido com as bateladas 1, 2 e 3.

Figura 02: a) Característica do ligante da batelada 7; b) Perfil térmico da batelada 7.



Fonte: Autor, 2015.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegou-se ao resultado após as análises e os dados experimentais das amostras obtidas no Laboratório de Processos de Separação Térmica (THERMTEK/UFGPA) que somente a amostra 3 tratada termicamente a 375°C em um intervalo de 45 minutos, correspondeu aos valores especificados pelo CAP 150-200, podendo ser classificado como ligantes asfálticos, sendo os resultados de viscosidade, ponto de fulgor densidade relativa e índice de acidez. O ponto de fulgor das amostras passam a informação que as amostras 1 e 2 ainda possuem materiais voláteis que quando aquecidos podem entrar em combustão, diferentemente da amostra 3 que se encaixa na norma vigente.

Apesar das amostras 1 e 2 não se enquadrarem como ligantes asfálticos devido seus valores, as análises dos resultados além das características visuais os qualificam como materiais lubrificantes.

As amostras resultantes das destilações no Laboratório de Materiais Poliméricos e Transformação de Materiais (LABPTM), traz como resultados as amostras 6, 7 e 8 como as que mais apresentaram consistências para a utilização como ligantes sem a necessidade de realização de um tratamento térmico como realizado com as amostras 1, 2 e 3. Com isso, a possibilidade de um melhor rendimento e aproveitamento do material.

#### REFERÊNCIAS

ABNT *NBR 14448* – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro. **Óleos lubrificantes, produtos de petróleo e biodiesel – Determinação do número de acidez pelo método de titulação potenciométrica.** Rio de Janeiro, 2013.

ABNT *NBR 14950* – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro. **Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade Saybolt Furol.** Rio de Janeiro, 2003.

BERNUCCI, L. B et al., **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**, 1ª Edição PETROBRAS/ABEDA, Rio de Janeiro, 2006.

MOTA, S. A. P.; LHAMAS, D. E. L., COSTA, E. C., MACHADO, N. T., ARAÚJO, M. E., COSTA, J. M. M., BRANCO, E. R. N. C. “Estudo da destilação do bio-óleo produzido a partir do processo de craqueamento do óleo de palma utilizando-se lama vermelha como catalizador”. *XVII Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás (PDPETRO)*, 2013.