



## ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DO PÓ DE ACIARIA ELÉTRICA (PAE) E DO CLV98/900 COMO CATALISADOR E ADSORVENTE NA ROTA DE CRAQUEAMENTO TÉRMICO CATALÍTICO

P. H. P. ARAGÃO<sup>1</sup>;  
P.S.R. FILHO<sup>1</sup>;  
E. B. B. MOCBEL<sup>1</sup>;  
M. E. F. CABRAL<sup>1</sup>;  
V. J. P. GAMA<sup>2</sup>;  
M. J. A. LOPES<sup>2</sup>;  
J. S. SANTANNA<sup>3</sup>;  
S. A. P. MOTA<sup>1</sup>

**Agência financiadora:** CNPq

### 1. INTRODUÇÃO

Os óleos vegetais e gorduras animais, compostos constituídos basicamente de triacilglicerídeos e ácidos graxos, são matérias-primas renováveis de elevado potencial energético, e, portanto, promissores para a produção de produtos químicos, tais como biocombustíveis (Suarez, et al, 2007).

Os biocombustíveis, bio-gasolina, bio-querosene e o diesel verde são definidos como combustíveis oriundos de biomassa renovável, podendo substituir parcial ou total aos combustíveis de origem fóssil (Santos, et al, 2010).

A Indústria Siderúrgica gera grande quantidade de resíduos, de diferentes composições, durante o processo de fabricação do aço, um deles é o pó de aciaria elétrica (PAE) (gerado no forno elétrico. É classificado no Brasil como resíduo perigoso, devido à presença de metais traços, tais como ferro e zinco, sendo estes os elementos majoritários presentes em sua composição (Santos et al.,2002, Silva, 2006).

Mancio (2016) investigou o processo de adsorção dos ácidos graxos oriundos do processo de craqueamento de óleo de palma, utilizando lama vermelha ativada termicamente e quimicamente. Os resultados mostraram-se bastante satisfatórios, isso devido a uma área superficial de 84,32 m<sup>2</sup>/g. Mota (2014) observou em seus experimentos de craqueamento de óleo de palma bruto que, o principal efeito provocado pela aplicação do carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), foi a desacidificação dos biocombustíveis.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

#### 2.1 Matéria Prima e Reagente

Para a realização da primeira etapa desta pesquisa, foi utilizada como matéria-prima, a lama vermelha proveniente da empresa Alunorte S/A (Barcarena, Pará), carbonato de sódio (98%) fabricado por Sandet Química Ltda, caulim residual proveniente da empresa Parapigmentos. Enquanto que na segunda etapa foi o pó de aciaria elétrica, a alumina e o óleo de fritura residual. Além dos materiais precursores para a produção do adsorvente e dos catalisadores, foram utilizados, biocombustíveis (diesel verde) oriundos da rota tecnológica de craqueamento de óleo de palma obtidos por Mota et al. (2014) e Mancio et al. (2015), os reagentes foram, álcool isopropílico PA, tolueno PA, Hidróxido de Potássio PA (85%) e Fenoltaleína 1 % (solução alcoólica e aquosa).

#### 2.2 Preparo do Adsorvente: Tratamento Térmico da Mistura Lama Vermelha e Carbonato de Sódio.

Inicialmente em uma das etapas da presente pesquisa, a lama vermelha e o carbonato de sódio foram submetidos ao processo de desagregação e cominuição respectivamente, utilizando para isso um pistilo e almofariz. Ao término desse processo, a lama e o carbonato de sódio passaram por um processo de classificação através de um jogo de peneiras de malhas pré-determinadas (passante em 250 mesh e retido em 350 mesh). Após o processo de classificação e cominuição, os dois materiais foram misturados numa proporção de 1:1 (100 gramas) e então dispostos em recipientes cerâmicos. Com a mistura devidamente disposta, as amostras

1 Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Faculdade de Engenharia de Materiais

2 Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Faculdade de Química

3 Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Mestrado em Química PPGQ

foram inseridas em um forno de marca Jung com a capacidade de aquecimento de até 1300°C. As amostras foram acondicionadas no recipiente de modo a propiciar um maior contato com o calor transmitido dentro do forno, permanecendo no mesmo por 2 horas a uma temperatura de 900 °C. Após a etapa de preparo das amostras, estas foram analisadas através das técnicas DRX, MEV e EDS. Em seguida o processo de adsorção, foi realizado em uma incubadora shaker adicionado 5% (m/m) do material adsorvente (CLV98/900), em relação a massa de biocombustível pesada (diesel verde), com variação do tempo de adsorção de 0; 2,5; 5; 10; 20; 30; 40; 50 e 60 min. Para que a quantidade de AGL adsorvidos por grama de adsorvente fosse determinada, foi utilizada a Equação (1) que determina a quantidade em massa de ácidos graxos livres que foram adsorvidos por grama de adsorvente (qt).

$$qt = \frac{\left( \frac{(NAT_0 - NAT_f) \times \overline{PM}_{AGL}}{56} \right) \times m_{FD}}{m_{ADS}} \quad \text{Eq. (1)}$$

### 2.3 Preparo do Catalisador

O Pó de Aciaria Elétrica (PAE) foi primeiramente homogeneizado, peneirado em malha de 400 Mesh (0,037mm) e depois seco em estufa por 24 h a uma temperatura de aproximadamente 120°C, posteriormente separou-se uma quantidade de PAE, cerca de 10% em massa de Óleo de Fritura residual (OFR) para utilização como catalisador na rota de craqueamento térmico catalítico. Além do PAE in natura, foram utilizadas outras formas do mesmo, tratado termicamente a 300°C e 600°C, além deste suportado sobre alumina.

### 2.4 Reação de Craqueamento e Destilação em Escala de Bancada

O procedimento experimental de craqueamento e destilação em escala de bancada utilizado na presente pesquisa foi descrito por Mota (2014). Para o cálculo do rendimento das frações utilizou-se da Equação 2 (Onde, mol é a massa da matéria prima que entrou no sistema e, moc é a massa de produto liquido obtido no processo em estudo.

$$\eta = \frac{m_{OC}}{mol} \times 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Propriedades Físico-Químicas do Óleo de Fritura Residual

**Tabela 1** - Comparação do Resultado da Caracterização Físico-Química do Óleo de Fritura Residual com os Dados Obtidos na Literatura.

PROPRIEDADES	OFR*	OFRN Santos,2012	OFR Pereira <i>et al</i> , 2013
DENSIDADE (g/cm <sup>3</sup> )	0,97	0,93	0,93
ÍNDICE DE ACIDEZ (mg KOH/g)	1,51	1,15	1,64

Fonte: Autor.

OFR\* - Óleo de Fritura Residual Utilizado Neste Trabalho

OFR - Óleo de Fritura Residual

OFRN- Óleo de Fritura Residual Neutralizado

### 3.2 Resultado dos Parametros Operacionais da Etapa de Craqueamento e Qualidade do PLO.

**Tabela 2** - Propriedades Físico-Químicas do PLO Oriundo do Craqueamento Térmico-Catalítico do Óleo de Fritura Residual em Escala Piloto.

EXPERIMENTO /PROPRIEDADE	1° (PAE)	2° (PAE300)	3° (AL300-PAE)	4° (PAE600)	5° (PAE8D)	NETO et al, 2012
Í. Acidez	49,45	54,32	113,45	47,75	71,71	150,80
Densidade	0,92	0,92	0,94	0,92	0,92	0,87

Fonte: Autor

**Tabela 3** – Rendimento do PLO e dos Subprodutos Gerados no Craqueamento.

FRAÇÕES/EXPERIMENTO	1° (PAE)	2° (PAE300)	3° (AL300-PAE)	4° (PAE600)	5° (PAE8D)
PLO (%)	67,53	73,50	79,21	79,13	78,46
Fração aquosa (%)	1,57	2,17	1,4	2,18	1,74
Coque (%)	**	4,15	4,45	5,35	11,05
GNC (%)	-	19,95	14,94	13,31	8,75

Fonte: Autor

### 3.3 Resultado dos Parametros Operacionais da Etapa de Destilação e Qualidade dos Produtos Destilados.

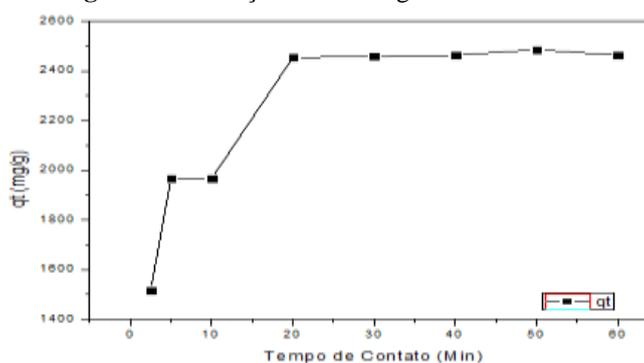
**Tabela 4** – Comparação da Acidez entre as Frações dos Destilados.

FRAÇÕES EXPERIMENTO	1° (PAE) mgKOH/g	2° (PAE300) mgKOH/g	3° (AL300-PAE) mgKOH/g	4° (PAE600) mgKOH/g	5° (PAE8D) mgKOH/g
Diesel verde	42,45	48,32	93,68	63,08	57,06
Bio querosene	259,74	51,89	137,88	52,62	68,73
Bio gasolina	72,77	53,67	109,51	53,40	70,97
Fração aquosa	171,45	179,88	185,26	167,15	285,34

Fonte: Autor

### 3.4 Resultado do Processo de Adsorção

A Figura a baixo mostra o comportamento do processo de desacidificação do diesel verde utilizando o CLV98/900.

**Figura 1** - Adsorção de ácidos graxos CLV98/900

Fonte: Autor (2017).

## 4. CONCLUSÃO

Na presente pesquisa foi possível concluir, que ambos os materiais, PAE e o CLV98/900, apresentam um elevado potencial tanto na catálise quanto no processo de adsorção. Essa afirmação se deve aos excelentes resultados obtidos com os mesmos.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq por ter financiado a bolsa de estudo. E a Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará/LPTM/FEMAT, pela oportunidade de crescimento profissional.

## REFERÊNCIAS

SANTOS, G.C.G.; ABREU, C.A.; CAMARGO, O.A.; ABREU, M.F. Pó de Aciaria como Fonte de Zinco para o milho e seu efeito na Disponibilidade de Metais Pesados. *Bragantia*, Campinas, v. 61, n. 3, 257-266, 2002.

SILVA, M. C. Reciclagem de pó de aciaria elétrica como matéria prima na fabricação de materiais cerâmicos argilosos: controle das emissões atmosféricas de zinco. 126 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006.

SUAREZ, A. Z.; MENEGHETTI, S. M. P.; MENEGHETTI, M. R.; Wolf, C. R. Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos e insumos químicos: algumas aplicações da catálise na óleo-química. *Química Nova*, Vol. 30, Nº 3, 2007, 667-676.

SANTOS, A.L.F.; MARTINS, D.U.; IHA, O.K.; RIBEIRO, R.A.M.; QUIRINO, R.L.; SUAREZ, P.A.Z. Agro-industrial residues as low-price feedstock for diesel-like fuel production by thermal cracking. *Bioresource Technology*, p 6157–6162, 2010.