

## OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE PIRÓLISE PARA OBTENÇÃO DE BIO-ÓLEO A PARTIR DA *SPIRODELA SP.*

MEDEIROS, E.F.<sup>(1)</sup> SAMPAIO, D.M.<sup>(2)</sup>; FILHO, P.J.S.<sup>(3)</sup>

(1,2,3)Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – Câmpus Pelotas  
elimdd@bol.com.br; dms@yahoo.com.br; pjsans@ibest.com.br<sup>1</sup>

### RESUMO

Neste trabalho, foram otimizadas as melhores condições do processo de pirólise rápida, a fim de investigar o uso da biomassa gerada a partir da macrófita aquática flutuante *Spirodela sp.*, nos processos de fitorremediação, para conversão de produtos com maior valor agregado como bio-óleo. Foram então, otimizados parâmetros tais como tipos de condensadores (simples e duplo), massa (2 a 5g), tempo (10 a 15 minutos), fluxo de Nitrogênio (0,5 a 1ml/min) e temperatura do reator (500°C e 700°C). Uma vez estabelecidas as melhores condições, (condensador duplo, massa de 3g, tempo de 10 minutos, 700°C e fluxo de gás de 1ml/min) com um rendimento de óleo de 22,9%±3,9%. Os valores de rendimento em bio-óleo foram menores quando comparados com outras biomassas como a palha da cana-de-açúcar (Almeida, M,B.B, 2008) e casca de arroz (Almeida, S.R., 2010), tal resultado pode ser explicado pelas diferenças dos reatores utilizados como no caso da cana-de-açúcar, granulometria ou pela própria composição da biomassa.

Palavras-chave: macrófitas aquáticas flutuantes; pirólise rápida.

### 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a ampla utilização dos combustíveis fósseis para áreas produtivas e de consumo, levou a um possível declínio destas fontes. Além disto, estes combustíveis geram passivos ambientais de grande proporção, como os Gases de efeito estufa, material particulado entre outros (Wu et.al. 2014). Apesar da utilização da energia hidrelétrica, térmica entre outras, surgiram pesquisas com a biomassa principalmente de origem agroindustrial como possível recurso energético. Esta, é caracterizada como resíduo da produção e dentre vários exemplos tem-se a palha da cana-de-açúcar (Almeida, M,B.B, 2008) e mais amplamente pesquisada a casca do arroz (Almeida, S.R., 2010). A possível utilização destes resíduos, contribui para redução de seu descarte indevido na natureza além dos impactos gerados pelos mesmos. A conversão da biomassa pode ser obtida por processos: mecânicos, químicos, termoquímicos e outros, considerando a característica das matérias-primas utilizadas e o tipo de energia que se deseja obter. (Shuangning Xiu et. al, 2012). Dentre os processos termoquímicos, podemos citar o processo de pirólise rápida, que consiste na conversão térmica da biomassa, realizada em atmosfera inerte e alta temperatura para obtenção de produtos como vapor condensável de pirólise (bio-óleo), os gases não condensáveis e carvão. (Abdullah et.al, 2008). As macrófitas aquáticas, são fitorremediadoras e geram grandes volumes de biomassa exigindo destino final controlado; dentre elas, as macrófitas aquáticas flutuantes vêm sendo estudadas como opção promissora para este fim cuja vantagem é ser flutuante o que facilita a coleta. A aplicação posterior da

biomassa da remediação para produzir combustíveis e produtos petroquímicos, oferece solução ecologicamente correta e econômica. (Mouradov et.al, 2014). Dentre as macrófitas utilizadas nos processos de fitorremediação está a *Spirodela sp* (Wu et.al, 2014). O objetivo deste trabalho é, otimizar o processo de pirólise rápida para obtenção de bio-óleo a partir da *Spirodela sp*.

## 2 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

As amostras de *Spirodela sp*. foram coletadas em um canal de drenagem na cidade de Pelotas, foram desidratadas, desintegradas e peneiradas coletando a fração de 2mm. Para caracterização preliminar da biomassa foi determinada a umidade, em estufa por 24hs a 105°C, até peso constante; teor de cinzas foi determinado baseado nos métodos ASTM E 830 e D3174, em que a amostra foi submetida ao forno mufla, 500°C por 4 horas. A análise de carbono residual foi determinada por diferença utilizando a análise anterior. O carbono residual do carvão obtido nos processos de pirólise também foi determinado por este método.

O processo de pirólise foi conduzido em um reator de quartzo de leito fixo sob atmosfera inerte (nitrogênio), baseado em estudos anteriores do grupo de pirólise do Laboratório de Química Analítica Ambiental e Oleoquímica (LAAO) do Instituto de Química da UFRGS, e relatados na literatura (Almeida, 2010). O processo de pirólise é realizado em escala de bancada, utilizando-se um forno vertical. O forno tubular, apresentado na fig. 2, possui 40 mm de diâmetro e 200 mm de comprimento, e controlador de temperatura do tipo N-480Novus, com termopar do tipo K, a potência apresenta-se em 1,7 kW; voltagem 220 V, sendo a temperatura máxima atingida de 1050°C.

No interior do forno, há um reator de quartzo contendo a biomassa para proceder a pirólise e obtenção dos produtos desejados. O sistema tem ainda um medidor de vazão de nitrogênio, um termopar para determinar a temperatura interna do reator, um condensador de vidro e saída de gases.

Os parâmetros estudados para otimização do processo de pirólise foram: massa de lentilha d'água de 2g, 3g e 5g; fluxo de nitrogênio de 0,5ml/min e 1 ml/min; tempo de 10 minutos e 15 minutos; condensador simples e duplo e temperaturas de pirólise de 500°C e 700°C. Foram controlados gravimetricamente e determinados os rendimentos de bio-óleo, carvão, gás e carbono residual.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Estudo dos condensadores

Para obter maior rendimento em óleo, substitui-se o condensador simples pelo condensador duplo, e as variações dos produtos são apresentadas na tabela 1:

	óleo	carvão	gás	Cres
3g/simples	5,2±0,1	32,3±0,7	62,5±0,8	20,2±3,9
3g/duplo	22,9±3,9	32,7±0,5	42,9±2,6	16,9±4,8

Tabela 1 – Comparação dos rendimentos em % dos produtos obtidos com condensadores simples e duplo.

Cres = carbono residual

Com a utilização do condensador duplo, observou-se um aumento no rendimento em bio-óleo e redução nos gases de pirólise, o carbono residual e o carvão mantiveram-se, pois esta troca não influencia o processo de pirólise em si.

#### Estudo da massa

Utilizou-se massas de *Spirodela sp.* desidratadas de 2g, 3g e 5g, nas condições de 700°C e 1mL/min, tempo de 10 minutos. Os rendimentos dos produtos são apresentados na tabela 2:

	bio-óleo	carvão	gás	Cres
2g	15,0±6,8	31,7±3,1	53,3±5,3	14,1±0,6
3g	22,9±3,9	32,7±0,5	42,9±2,6	16,9±4,8
5g	15,3±3,2	34,1±2,0	48,0±1,4	17,6±2,0

Tabela 2 – Comparação dos rendimentos em % dos produtos obtidos com a variação das massas.

Cres = carbono residual

Observou-se um maior rendimento de bio-óleo e redução na perda de gás com 3g, porém a massa de 5g tem a maior quantidade de carbono residual necessitando maior tempo de pirólise.

#### Estudo do tempo

Verificou-se os tempos de 10 minutos e 15 minutos, nas condições de 3g, condensador duplo, 700°C. Este tempo corresponde ao período de exposição da biomassa assim que a temperatura desejada é atingida e os resultados obtidos são apresentados na tabela 3:

	bio-óleo	carvão	gás	Cres
3g/10min	22,9±3,9	32,7±0,5	42,9±2,6	16,9±4,8
3g/15min	17,4±4,3	35,3±0,4	47,6±5,8	15,9±0,4

Tabela 3 – Comparação dos rendimentos em % dos produtos obtidos com a variação dos tempos.

C res = carbono residual

Observou-se que, o aumento no tempo levou a uma redução de carbono residual, porém, houve também redução no rendimento do bio-óleo e aumento na formação de gás, ficando o tempo fixado em 10 minutos.

#### Estudo do fluxo de nitrogênio

Avaliou-se também o fluxo de nitrogênio de 1mL/min e 0,5mL/min nas melhores condições anteriores e os resultados obtidos são apresentados na tabela 4:

	bio-óleo	carvão	gas	Cres
3g/0,5 mL	3,77±1,2	22,35±11,8	73,87±12,4	15,7±10,5
3g/1mL	22,9±3,9	32,7±0,5	42,9±2,6	16,9±4,8

Tabela 4 – Comparação dos rendimentos em % dos produtos obtidos com a variação dos fluxos de nitrogênio.

C res = carbono residual

A redução de fluxo, sugere que o tempo maior de permanência no reator leva a um craqueamento maior dos compostos e conseqüentemente maior formação de gás.

#### Estudo da temperatura

Alguns autores sugerem que a biomassa lignocelulósica pode ser pirolisada abaixo de 700°C. Com base nisto, foram avaliadas as condições sob a temperatura de 500°C e os resultados para esta análise são demonstrados na tabela 5:

	oleo	carvão	gás	Cres
3g/500°C	13,3±2,0	37,7±3,2	49,0±2,0	20,3±1,7
3g/700°C	22,9±3,9	32,7±0,5	42,9±2,6	16,9±4,8

Tabela 5 – Comparação dos rendimentos em % dos produtos obtidos com a variação das temperaturas do reator.

C res = carbono residual

Observou-se uma redução no rendimento do bio-óleo, aumento nos produtos sólidos e gás, confirmando a melhor temperatura em 700°C junto às demais. O processo otimizado apresentou-se reprodutível em função dos baixos valores em RSD(%) para todas as frações obtidas no processo de pirólise.

## 4 CONCLUSÃO

Verificando os rendimentos de cada produto obtido no processo de pirólise rápida a partir da *Spirodela sp.*, observou-se que as melhores condições para obtenção de bio-óleo são massa de 3g, condensador duplo, tempo de 10 minutos, fluxo de nitrogênio de 1mL/min e temperatura de 700°C. Os rendimentos embora mais baixos que os encontrados em outros estudos, apontam para o uso desta biomassa como fonte adequada para obtenção de bio-óleo, gás e carvão (compostos de valor agregado) através da pirólise rápida.

## 5 REFERÊNCIAS

- Abdullah, N., Gerhauser, H., (2008). Bio-oil derived from empty fruit bunches Fuels, 87, pp. 2606–2613.
- Almeida, M.B.B., (2008). Bio-óleo a partir da pirólise rápida, térmica ou catalítica, da palha da cana-de-açúcar e seu co-processamento com gasóleo em craqueamento catalítico, Rio de Janeiro

Almeida, S.R., (2010). Pirólise rápida da casca de arroz: estudo de parâmetros e caracterização de produtos.

Mouradov, A., Muradov, N., Taha, M., Miranda A.F., Kadali, K., Gujar, A., Rochfort, S., Stevenson, T., Ball, A.S.,(2014). Dual application of duckweed and azolla plants for wastewater treatment and renewable fuels and petrochemicals production.

Wu, K. , Liu, J., Wu,Y., Chen,Y., Li, Q., Xiao, X.,Yang, M., (2014). Pyrolysis characteristics and kinetics of aquatic biomass using thermogravimetric analyzer.

Xiu, S., Shahbazi, A., (2012).Bio-oil production and upgrading research: A review