



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE REMOÇÃO DE COR POR CARVÃO ATIVADO OBTIDO POR PIRÓLISE DE CASCA DE ARROZ EM AMOSTRAS DE CHORUME PRÉ-TRATADO

Beatriz Regina Pedrotti Fabião – biafabiao@gmail.com

Instituto Federal Sul-rio-grandense, campus Pelotas, Mestranda em Engenharia e Ciências Ambientais.
Praça Vinte de Setembro, 455, Centro
96015-360 – Pelotas – RS

Prof. Dr. Pedro José Sanches Filho – pjsans@ibest.com.br

Instituto Federal Sul-rio-grandense, campus Pelotas, Professor dos Cursos de Mestrado em Engenharia e Ciências Ambientais e Engenharia Química.
Praça Vinte de Setembro, 455, Centro
96015-360 – Pelotas – RS

Profª Drª Cláudia Alcaraz Zini – caziniq.ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, campus Vale, Professora Permanente (ensino e orientação) nos Cursos de Química.
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Bento Gonçalves, 9500. Bairro Agronomia.
91501-970 - Porto Alegre – RS

Resumo: As atividades produtivas têm elevado a geração de resíduos de biomassa fazendo com que se busque novos destinos e formas de agregar valor a esses produtos. Entre os processos de conversão de biomassa estão os processos termoquímicos, onde se pode destacar a pirólise, que pode tratar uma grande variedade de tipos de biomassa e tem por princípio o fornecimento de calor, com temperaturas entre 350-550°C, em um ambiente inerte, com ausência ou baixa concentração de oxigênio, promovendo a quebra das ligações químicas das cadeias carbônicas e gerando três fases distintas: gasosa, líquida (bio-óleo) e sólida (biochar). O biochar é um material rico em carbono, contendo uma fração não carbonizada, bastante poroso e com grande área superficial, características que lhe conferem capacidade adsorvente muito eficaz para remoção de contaminantes presentes em solo e água, podendo ser utilizado em substituição ao carvão vegetal e também como precursor para a produção do carvão ativado. Este trabalho avaliou a capacidade de remoção de cor por carvão ativado obtido por pirólise de casca de arroz em amostras de chorume pré-tratado, comparando-o com carvão ativado comercial e extração líquido-líquido, por solvente orgânico. O carvão obtido mostrou resultados promissores, por apresentar características similares ao carvão comercial e, inclusive, maior área superficial

Palavras-chaves: Biochar, Pirólise, Lixiviado de aterro

COLOR REMOVAL CAPACITY EVALUATION BY ACTIVATED CHARCOAL OBTAINED FROM RICE HUSK PYROLYSIS IN PRE-TREATED SLURRY SAMPLES

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Abstract: The productive activities have increased the generation of biomass residues, causing new destinations and ways of adding value to these products. Among the biomass conversion processes are the thermochemical processes, where pyrolysis can be distinguished, which can treat a wide variety of biomass types and has the principle of supplying heat, with temperatures between 350-550 ° C, in an environment inert, with absence or low concentration of oxygen, promoting the breakdown of the chemical bonds of the carbon chains and generating three distinct phases: gaseous, liquid (bio-oil) and solid (biochar). Biochar is a carbon-rich material, containing a non-carbonized, fairly porous fraction with a large surface area, characteristics that give it a very efficient adsorbent capacity to remove contaminants present in soil and water, and can be used instead of charcoal and also as a precursor for the production of activated carbon. This work evaluated the color-removal ability of activated carbon obtained by pyrolysis of rice husks in samples of pretreated slurry, comparing it with commercial activated charcoal and liquid-liquid extraction, by organic solvent. The obtained coal died promising results, because it presents characteristics similar to the commercial coal and, even, greater surface area.

Ke ywords: Biochar, Pyrolysis, Landfill leachate

1. INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por alimentos, em decorrência do crescimento populacional, bem como o desenvolvimento de novas fontes de energia baseadas na biomassa, tais como a produção de etanol e biocombustíveis, tem aumentado, significativamente, a geração de resíduos agroindustriais (SOLTANI, 2015). Existem diferentes definições para biomassa, sendo que, algumas incluem o carvão mineral e o petróleo (SAIDUR et al, 2011), outras consideram apenas o material orgânico proveniente de fontes vivas, como os resíduos agroindustriais (EOM et al, 2011), ou ainda definem biomassa como todo material vegetal, obtido por processo de fotossíntese (SULLIVAN e Ball, 2012). De acordo com Saidur et al (2011) e Yang et al (2013), as biomassas lignocelulósicas (matéria vegetal) são as mais abundantemente encontradas na natureza.

Diversos estudos vêm sendo desenvolvidos para o aproveitamento dos resíduos agroindustriais, principal fonte de biomassa renovável, seja na geração de energia ou, conforme Santos et al (2017), avaliando rotas para a obtenção de diferentes produtos de maior valor agregado. Em função da diversidade das matrizes agrícolas regionais, os resíduos pesquisados variam bastante, podendo ser citados: palha e bagaço de cana de açúcar (CAMARGO et al, 2006; GRASEL, 2016; e SAMANIEGO, 2007), capim elefante (GRASEL, 2016), palha e sabugo de milho (BORGES, 2014), casca de arroz (SANCHES FILHO et al, 2017; BETEMPS et al, 2017), resíduos florestais e de madeira (TORRI et al, 2016).

A obtenção de novos produtos, a partir dos resíduos de biomassa, ocorre a partir de processos de conversão termoquímica, podendo ocorrer por combustão, liquefação, gaseificação ou pirólise, onde são utilizadas altas temperaturas e/ou pressão, que alteram a estrutura química dos componentes. A composição da biomassa a ser tratada, e o tipo de produto desejado são fatores que influenciam na escolha do método (KIM, S. et al., 2013), pois possuem influência direta na viabilidade técnica, ambiental e econômica desses processos (PARK, Y. et al., 2012).

Ainda, segundo Kim e colaboradores (2013), a pirólise é o principal processo termoquímico, podendo tratar uma grande variedade de tipos de biomassa. Considerado um processo de oxirredução, a pirólise tem por princípio o fornecimento de calor, com temperaturas entre 350-550°C, em um

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

ambiente inerte, com ausência ou baixa concentração de oxigênio, promovendo a quebra das ligações químicas das cadeias carbônicas (BRIDGWATER, 2012), e gerando três fases distintas: gasosa, líquida (bio-óleo ou óleo pirolítico) e sólida (biochar).

Estudos salientam que as condições operacionais utilizadas, como o tipo de reator, taxa de aquecimento, velocidade do gás de inertização, tempo de pirólise e a temperatura final do processo, têm influência direta na qualidade e no rendimento dos produtos formados (PARK, H. et al, 2012; BRIDGWATER, 2012). Segundo Cantrell et al (2012), e temperatura é a variável mais importante pois influencia as proporções dos produtos formados. Temperaturas mais baixas, somadas a uma rampa de aquecimento mais lenta e gradual, com tempo de residência mais longo, levam a um maior rendimento da fração sólida, o biochar. Nos processos denominados lentos e intermediários, o tempo de residência da biomassa, no reator de pirólise, pode variar de minutos a horas.

O biochar, ou biocarvão, é um material rico em carbono, contendo uma fração não carbonizada, estrutura micro, meso e macroporosa, e que apresenta grande área superficial, características que lhe conferem capacidade adsorvente muito eficaz para remoção de contaminantes presentes em solo e água (TANG et al 2013; AHMAD et al, 2014). Oleszczuk e colaboradores (2012) esclarecem que, embora ambos sejam materiais ricos em carbono, o biochar é um material não totalmente carbonizado, já que sua obtenção ocorre em temperaturas inferiores às utilizadas no processo de produção de carvão ativado convencional. Pode ser utilizado em substituição ao carvão vegetal e, como apresenta elevada massa de carbono, também pode ser uma alternativa para a produção do carvão ativado. O processo de ativação do biochar utiliza agentes desidratantes e oxidantes e, tem por objetivo, aumentar o diâmetro dos poros, elevando sua área superficial, e com ela, a capacidade de adsorção (YANG et al, 2010; SONG, 2013).

O estado do Rio Grande do Sul é grande produtor de arroz atingindo, em 2017, um total de 8.750.774 toneladas (IRGA, 2017). A casca de arroz é o principal resíduo dessa cadeia produtiva, correspondendo a 20% do grão, e seu alto teor de sílica impede o uso na produção de ração animal, bem como a sua disposição em aterro (WALTER et al 2008, ORTIZ, 2005). Na casca de arroz podem ser encontrados até seis vezes mais dióxido de silício (sílica) do que em outros cereais (MORARES, 2011) e, em função desta característica, a pirólise dessa biomassa favorece a geração da fração sólida, que pode vir a ser utilizada na produção de adsorventes, ou seja, carvão ativado.

Existem diversos processos para remoção de contaminantes no tratamento de efluentes industriais e esgotos domésticos, e sua escolha está baseada nas características de composição dessas águas residuárias. De modo geral, são empregados os processos físico-químicos e biológicos, principalmente com uso de micro-organismos aeróbios e anaeróbios (VON SPERLING, 2014). Porém, esses processos não apresentam boa eficiência no tratamento de efluentes que apresentem compostos recalcitrantes e de difícil biodegradabilidade, como o lixiviado proveniente de aterros sanitários e lixões.

O lixiviado de aterro, também denominado chorume, é um líquido escuro, originado pela decomposição da matéria orgânica, composto por resíduos parcialmente biodegradados, onde também estão presentes contaminantes orgânicos e inorgânicos, dissolvidos ou em suspensão, além de diversos microrganismos (BAIRD, 2002). Conforme Costa et al (2015), além da alta carga orgânica presente (predominantemente DQO), características como elevada concentração de espécies químicas contendo núcleos aromáticos condensados, como por exemplo substâncias húmicas, conferem recalcitrância e baixa degradabilidade ao percolado.

Toda forma de disposição de resíduos domésticos, correta ou não, continua gerando o lixiviado durante vários anos, mesmo após o encerramento das atividades. Estudos como o de Moreira et al (2011), que utilizou sondagens elétricas para medir resistividade do solo (decorrente da presença de metais lixiviados), estimou um período máximo de 21 anos para a produção e percolação de chorume em aterros de resíduos sólidos domiciliares, em um ambiente de solo argiloso. O chorume, ao atingir corpos hídricos, provoca alterações como: redução do teor de oxigênio dissolvido (OD), consumido no processo de estabilização da matéria orgânica biodegradável; eutrofização causada pelo

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

excesso de nutrientes (nitrogênio e fósforo); e transmissão de doenças por microrganismos patogênicos (ROSA et al., 2013). Além disso, os contaminantes presentes no lixiviado, como metais pesados, podem ser assimilados pelas espécies aquáticas, e por transferência via cadeia trófica, sofrer biomagnificação, aumentando ainda mais as suas concentrações (DI IACONE et al., 2011).

Em função desse risco, a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, que entrou em vigor em 2010, determinou o encerramento dos lixões, e normatizou construção dos aterros determinando, entre outras exigências, a captação e o tratamento do chorume para o licenciamento de novos aterros sanitários (BRASIL, 2010). Como o sistema mais utilizado no tratamento de chorume, que são as lagoas de estabilização, dificilmente atinge os padrões de emissão exigidos para lançamento de efluentes, uma alternativa seria a remoção de contaminantes recalcitrantes, pós lagoas de tratamento, utilizando-se materiais adsorventes como o carvão ativado. Se a obtenção desse carvão ocorrer a partir de resíduos sólidos de biomassa (biochar), os efeitos positivos, sob a ótica ambiental, ampliam-se ainda mais.

Esse é o objetivo desta etapa do projeto: avaliar a capacidade de adsorção do carvão ativado obtido por pirólise da casca de arroz, em comparação ao carvão ativado comercial, e a extração líquido-líquido, com uso de solvente orgânico, na remoção de cor em amostras de chorume pré-tratado, objetivando uma melhoria na qualidade do efluente, para esse parâmetro.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Coleta das amostras de chorume utilizado

O sistema de tratamento do lixiviado do aterro controlado desativado do município de Pelotas-RS é composto por dois filtros biológicos (anaeróbio e aeróbio), tendo como camada suporte pedra rachão, seguidos de uma lagoa facultativa, impermeabilizada com geomembrana (SANEP, 2014), e com vazão média de $5 \text{ m}^3\text{d}^{-1}$. Foram realizadas duas coletas semanais, na primeira quinzena de maio de 2017, totalizando 4 coletas, buscando-se uma melhor representatividade frente às variações climáticas e pluviométricas. As amostras foram coletadas com frascos de vidro âmbar, no vertedouro do sistema de tratamento, transportadas e armazenadas sob refrigeração (4°C) no Laboratório de Contaminantes Ambientais do Curso Superior de Gestão Ambiental do IFSul - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, câmpus Pelotas. Os procedimentos de amostragem e caracterização seguiram o descrito em APHA (2005). O chorume utilizado neste trabalho é uma amostra composta a partir da mistura, em proporções iguais, dessas coletas.

2.2. Pirólise da Casca de arroz

A biomassa, da variedade Puitá, foi fornecida por uma arrozeira do município de Pelotas-RS. O Carvão Ativado Comercial (CC), adquirido da Merck, foi macerado em gral de porcelana e peneirado, sendo utilizada a fração correspondente a malha 80. A pirólise da casca de arroz foi realizada por bateladas, em escala de bancada, em um reator de leito fixo de quartzo com um forno vertical (figura 1), construído no Instituto de Física, de acordo com estudos anteriores desenvolvidos no Laboratório de Química Analítica Ambiental e Oleoquímica (LAAO) do Instituto de Química (IQ) da UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LA ROVERE et al, 2011; ALMEIDA et al, 2013). O ambiente inerte foi mantido com fluxo de nitrogênio. Os parâmetros de processo foram os seguintes:

- Biomassa: 5 gramas
- Taxa de aquecimento: $100 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$
- Temperatura final: $480 \text{ }^\circ\text{C}$,
- Tempo de permanência: 15 minutos
- Vazão de nitrogênio: $38,5 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Figura 1 – Esquema de funcionamento e fotos do forno e do reator de pirólise.



Fonte: Google Imagens e autora

2.3. Ativação e caracterização do biochar e carvão ativado comercial

O biochar obtido foi macerado em gral de porcelana e peneirado em peneira de malha 80. Para a ativação foram misturados, o material peneirado e o agente ativador carbonato de potássio – K_2CO_3 (Aldrich, 99%) na proporção 1:3. A liberação de CO_2 , pelo agente de ativação, é responsável pela obtenção da alta porosidade do carvão ativado. Foram pesadas em balança analítica e misturadas, aproximadamente 6 g de biochar, 18 g de K_2CO_3 anidro e 15 mL de água, que passaram por processo de pré-ativação e secagem. Depois, o material foi transferido para uma barquinha de porcelana, e submetido a aquecimento em forno horizontal, que contém um cilindro de quartzo sob atmosfera inerte de fluxo de nitrogênio (White Martins, 99,998%), também construído no Dep. de Física da UFRGS. A temperatura e o tempo de aquecimento são ajustados e controlados com o uso de um termopar do tipo K, e controlador de temperatura digital, com desligamento automático. As condições de ativação foram as seguintes:

- Fluxo de nitrogênio $0,6 \text{ L.min}^{-1}$
- Rampa de aquecimento: $25^\circ\text{C.min}^{-1}$
- Temperatura final: 480°C
- Tempo de ativação: 2 horas, na temperatura final

A figura 2 mostra o equipamento e o carvão já ativado. Após a ativação, o material é transferido para bécker de 1 L e passa por sequência de lavagens com água destilada, intercaladas por período de decantação, até atingir pH 7. Então o carvão ativado é seco em estufa a 100°C , por 24 horas. Na caracterização do biochar ativado e do carvão comercial foram avaliados o teor de umidade (Kuraychi, 2014 apud ABNT 8112/1986) e teores de cinzas, de carbono volátil e de carbono fixo (método gravimétrico), com todas as análises realizadas em triplicata, nos laboratórios do GPCA – Grupo de Pesquisa em Contaminantes Ambientais do IFSul, câmpus Pelotas.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

Figura 2 – Forno de ativação e biochar ativado – fotos da autora



As isotermas de adsorção e dessorção de nitrogênio foram obtidas na temperatura de ebulição do nitrogênio, no Equipamento Micromeritics Tristar Kr 3020, do Laboratório de Físico-química do Instituto de Química da UFRGS.

As amostras foram previamente aquecidas a 120° C, sob vácuo, durante 12h. As áreas específicas foram estimadas usando-se o método BET (Brunauer-Emmett-Teller) e a distribuição de tamanho de poros, usando-se o método BJH (Barret, Joyner and Halenda) e DFT (Teoria Funcional Densidade) (LANDERS, 2013).

2.4. Ensaios de adsorção

Como forma de comparar a eficiência de remoção para o parâmetro cor, foram avaliadas amostras do chorume coletado, da extração líquido-líquido (LxL), com uso de diclorometano P.A. destilado (Merck), e as amostras tratadas com o biochar ativado e com o carvão ativado comercial. Todas as análises foram realizadas em triplicata e realizadas no GPCA-IFSUL. A extração LxL foi realizada em funil de decantação, onde foi adicionado 50 mL da amostra de chorume e 15 mL de diclorometano (3x). Após leve agitação, foi mantido em repouso por 15 minutos.

Os ensaios de sorção foram realizados de forma idêntica e simultânea, para o biochar ativado e o carvão comercial. Em 50 mL de amostra de chorume foram adicionados 500 mg de biochar ativado ou carvão comercial, permanecendo em agitador mecânico, em temperatura ambiente por 15 minutos, à 5 rpm, seguido de filtragem simples, em papel filtro. A avaliação da remoção de cor foi determinada por absorbância em espectrofotômetro de absorção molecular (Cary/1E/ UV-Visible Spectrophotometer), na faixa de comprimento de onda de 350,5 nm. O processo foi conduzido em duplicata para cada amostra.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização do carvão ativado obtido e carvão ativado comercial

Foram realizadas um total de 22 processos de pirólise, obtendo-se um rendimento médio de $(47,12 \pm 0,6)$ %. A caracterização físico química do biochar ativado e do carvão ativado comercial estão representadas na tabela 1.

Tabela 1: e caracterização do biochar e carvão ativado comercial

	Umidade	Cinzas	Carbono volátil	Carbono fixo
Carvão ativado	% \pm RSD (%)	% \pm RSD (%)	% \pm RSD (%)	% \pm RSD (%)



Biochar	1,9±0,1	45,5±1,5	16,9±0,6	37,6±1,1
Carvão comercial	3,2±1,5	38,6±9,6	4,6±4,4	56,8±6,2

*RSD Desvio Padrão Relativo

Conforme a tabela 1, pode ser observado que a umidade obtida para o biochar ativado apresentou valores inferiores aos do carvão comercial, provavelmente uma consequência dos diferentes processos de obtenção dos mesmos. O biochar ativado apresentou maior teor de cinza que o encontrado para o carvão comercial devido à alta presença de sílica na biomassa utilizada, (WALTER et.al 2008), provavelmente diferente da biomassa empregada na produção do carvão comercial. A diferença no processo de obtenção para os carvões pode explicar a diferença encontrada tanto para o carbono volátil, quanto para o carbono fixo. O processo de obtenção do carvão comercial é mais lento (AYGUN et al., 2003), e inicialmente ocorre em presença de oxigênio facilitando a oxidação, levando a perda maior de compostos voláteis. As isotermas de adsorção e dessorção de nitrogênio, as áreas específicas (BET) e a distribuição de tamanho dos poros (BJH e DFT), para o carvão ativado obtido pela pirólise da casca de arroz estão representadas nas figuras 3, 4 e 5, respectivamente.

Figura 3 – Isoterma de adsorção do biochar ativado

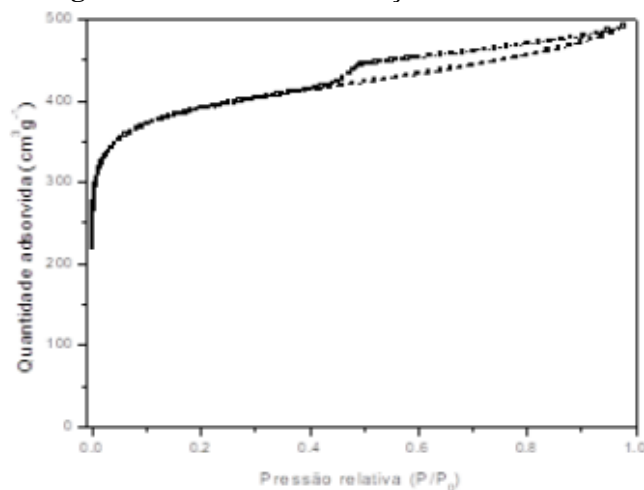


Figura 4: Distribuição BJH

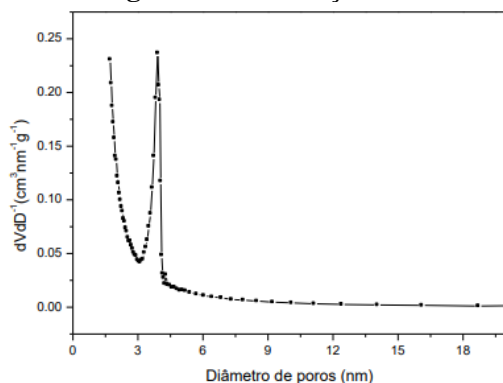
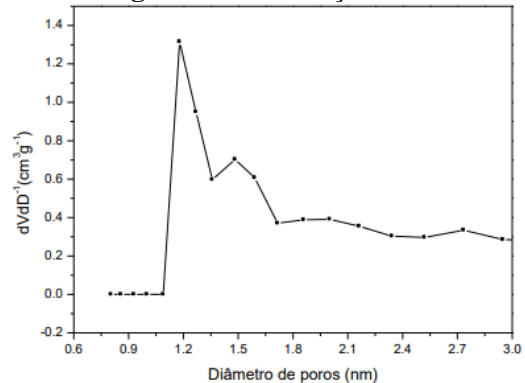
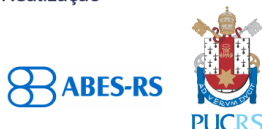


Figura 5: Distribuição DFT



Realização



Correalização



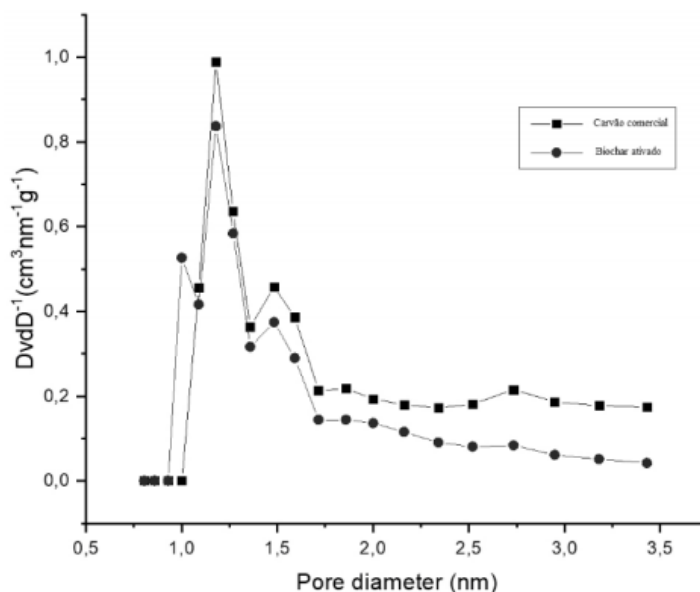
Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



O carvão ativado obtido pela pirólise da casca de arroz apresenta área superficial específica de $1.218 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ($\pm 15 \text{ m}^2/\text{g}$) e volume de poros de $0,347 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ ($\pm 0,005 \text{ cm}^3/\text{g}$). O perfil de adsorção demonstrado na figura 3, é típico de materiais com mesoporos, e os gráficos representados nas figuras 4 e 5 demonstram uma distribuição semelhante para mesoporos (em torno de 4 nm) e microporos ($< 2 \text{ nm}$), e uma predominância de poros com diâmetro entre 1,0 e 1,4 nm. Os resultados obtidos, indicam um grande potencial de adsorção, demonstrando a eficácia do processo de ativação do biochar. O carvão ativado comercial (Merck) apresenta área superficial específica de $1.005 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, uma predominância de microporos ($< 2 \text{ nm}$), e poros com diâmetro entre 1,0 e 1,4 nm, semelhante ao biochar ativado, conforme demonstrado na figura 6.

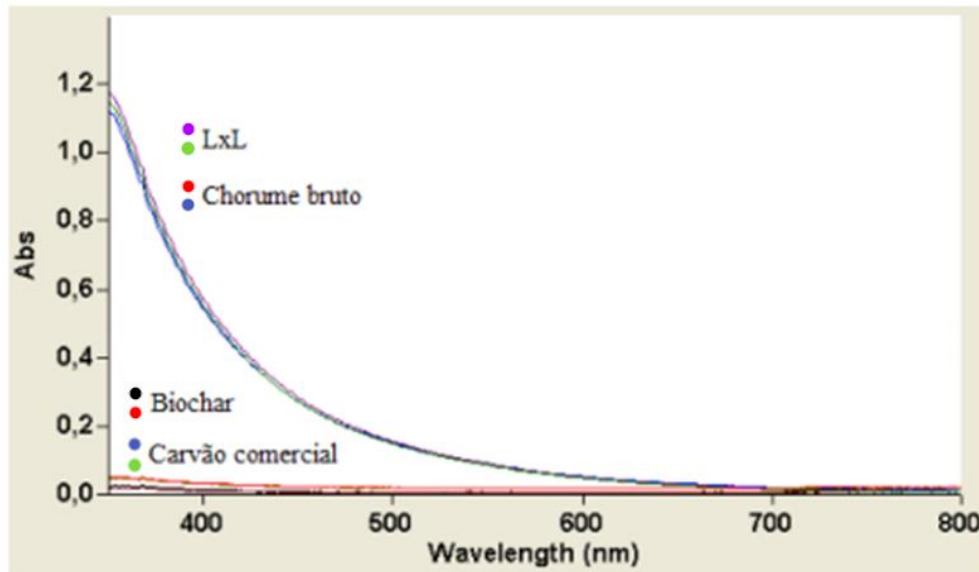
Figura 6. Diâmetro de poros do biochar ativado e do carvão comercial



3.2. Análise por espectrometria dos ensaios de sorção

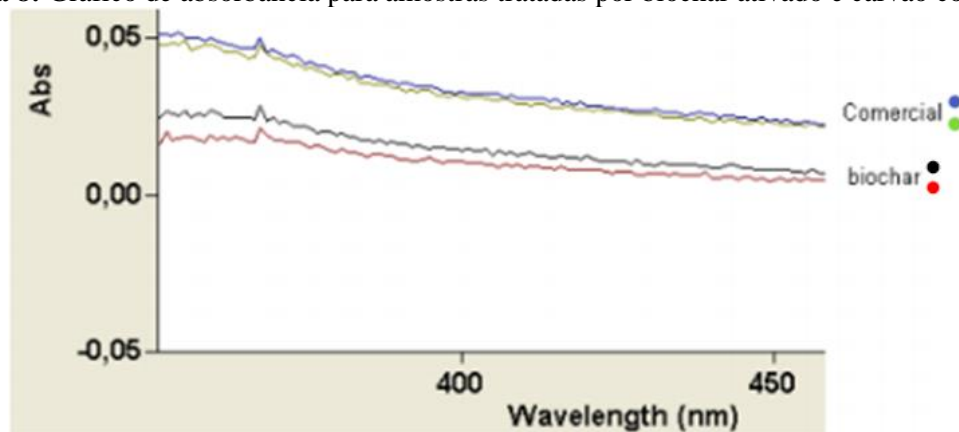
Os resultados da absorvância para as amostras de choroço bruto, da extração líquido-líquido (LxL) e do tratamento por agitação com adição de biochar ativado e carvão comercial, todas em duplicata, podem ser observadas na figura 7.

Figura 7: Gráfico de absorvância para amostras testadas



O gráfico demonstra que a extração LxL apresentou resultados similares ao chorume bruto, e ambos, com valores de absorvância bem maiores do que os encontrados para as amostras tratadas com carvão ativado. Os resultados para as amostras que passaram por tratamento com os carvões são significativamente melhores, e apresentaram resultados próximos entre si, demonstrando a boa capacidade de adsorção do carvão ativado obtido pela pirólise da casca de arroz quando comparado ao carvão comercial disponível no mercado. As figuras 8 e 9 apresentam esses resultados de forma mais detalhada.

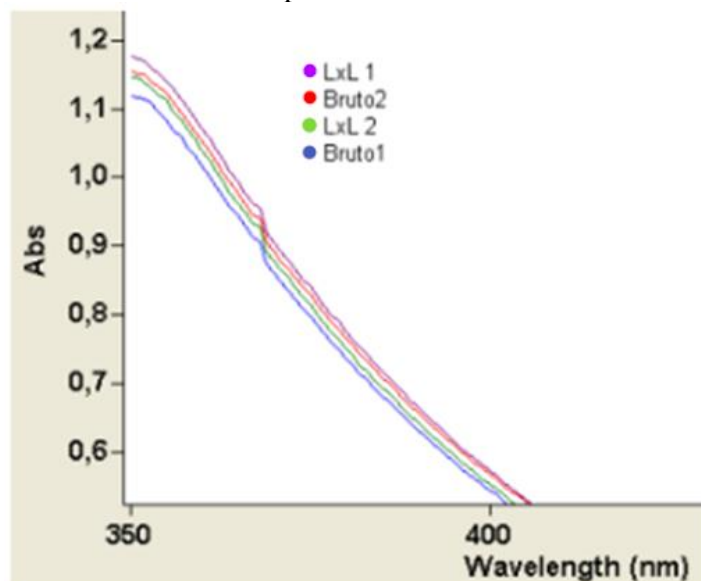
Figura 8: Gráfico de absorvância para amostras tratadas por biochar ativado e carvão comercial



Na figura 8, com a imagem em outra escala, pode ser percebido que o chorume tratado com biochar ativado apresentou maior remoção de cor, com valores de absorvância menores (0,016 e 0,024) que o carvão comercial (0,047 e 0,048). A figura 10 mostra, no detalhe, a absorvância obtida para as amostras de chorume bruto e provenientes da extração LxL.



Figura 9: Gráfico de absorvância para amostras de chorume bruto e extração LxL



A absorvância obtida para as amostras apresentadas na figura 10 demonstra que a extração LxL não é capaz de promover uma melhoria significativa na cor do chorume bruto, pois apresentou resultados próximos a este, com valores de 1,112 e 1,116 para LxL e 1,18 e 1,14 para o chorume bruto.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O carvão ativado obtido pela pirólise de casca de arroz mostrou resultados promissores na remoção de cor de amostras de chorume quando comparado ao carvão comercial encontrado no mercado e, principalmente, com a extração LxL com uso de solvente orgânico. Por ser obtido a partir de um resíduo abundante na região, o ganho ambiental é importante, uma vez que pouparia matérias primas mais nobres, como a madeira, para produção do carvão comercial e daria um destino correto a esse resíduo de biomassa.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Tarciana M. et al. Preliminary studies of bio-oil from fast pyrolysis of coconut fibers. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 61, n. 28, p. 6812-6821, 2013.

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and wastewaters, 21th edition, **American Public Health Association**, Washington, DC, USA. 2005.

AYGUN, A.; YENISOY-KARAKAS, S.; DUMAN, I. Production of granular activated carbon from fruit Stones and nutshells and evaluation of their physical, chemical and adsorption properties. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 66, p. 189-195, 2003.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2002.

BETEMPS, G. R., SILVEIRA, L. A., SAMPAIO, D. M., BISPO, M. D., KRAUSE, L. C., CARAMÃO, E. B., ... & da CUNHA, M. E. Chromatographic characterization of bio-oil generated

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

from rapid pyrolysis of rice husk in stainless steel reactor. *Microchemical Journal*, n.134, p. 218- 223, 2017.

BORGES, FC. **Estudo do Processamento Termoquímico de Biomassas com Micro-ondas: Pirólise Rápida de Biomassas Residuais e Microalgas**. Porto Alegre. 2014. Tese (Doutorado) -Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/100151> Acesso em: 30/03/2018).

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRIDGWATER, A. V. Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 38, p. 68-94, 2012.

CANTRELL, K. B. et al. Impact of pyrolysis temperature and manure source on physicochemical characteristics of biochar. **Bioresource Technology, Essex**, v. 107, p. 419-428, 2012.

COSTA, F. M. DA; CAMPOS, J. C.; FONSECA, F. V. DA; BILA, D. M. Tratamento de lixiviados de aterros de resíduos sólidos utilizando Processos Fenton e Foto-Fenton Solar. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 10, n. 1, p. 107-116, 2015.

DI IACONI, C.; ROSSETI, S.; LOPEZ, A.; RIED, A. Effective treatment of stabilized municipal landfill leachates. **Chemical Engineering Journal**, v. 168, p. 1085–1092, 2011.

DIETZ, A. C.; SCHNOOR, J. L. Advances in Phytoremediation. *Environmental Health Perspect*, v. 109, n.1, p. 163-168, 2001.

EOM, I. Y. et al. Characterization of primary thermal degradation features of lignocellulosic biomass after removal of inorganic metals by diverse solvents. **Bioresource Technology, Essex**, v. 102, n. 3, p. 3437-3444, 2011.

CAMARGO, F. L. **Estudo Da Pirólise Rápida de Bagaço de Cana Em Reator de Leito Fluidizado Borbulhante**. Campinas, 2006. Tese (Doutorado) - UNICAMP. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/264132>. Acesso em 02/05/2018.

GRASEL, F. dos Santos; STIEHL, A. C. R.; BERNARDI, L. P.; HERPICH, T.; BEHRENS, M.; ANDRADE, J.; SHULTZ, J.; MANGRICH, A. S. Inovação em Biorrefinarias I. Produção de Etanol de Segunda Geração a partir de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*) e Bagaço de Canade-Açúcar (*Saccharum officinarum*). **Revista Virtual de Química**, n. 9 v.1, 2016.

IRGA. INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ, **Dados de produção**: Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br>. Acesso em: 10 de mar. 2018.

KIM, K. H. et al. Comparison of physicochemical features of biooils and biochars produced from various woody biomasses by fast pyrolysis. **Renewable Energy**, Oxford, v. 50, p. 188-195, 2013.

KIM, K. H.; KIM, J. Y.; CHO, T. S.; CHOI, J. W. Influence of pyrolysis temperature on physicochemical properties of biochar obtained from the fast pyrolysis of pitch pine (*Pinus rigida*). **Bioresource Technology**. v.118, p.158 – 162, 2012.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

KURAYCHI, M.H. N. Uma abordagem de ensaio de resistência mecânica de carvão vegetal. São Paulo, 102p., 2014. Dissertação (Mestrado) Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. (ABNT 8112/1986)

LA ROVERE, E. L.; PEREIRA, A. S.; SIMÕES, A. F. World Dev. 2011, 39, 1026–1036. LANDERS, J.; GOR, G. Y.; NEIMARK, A. V. **Colloids Surf.** v.437, p.3–32, 2013.

MORARES, K. O valor da casca de arroz. Nosso mundo sustentável 2011 Disponível em [http://ww.clicrbs.com.br/especial/Sc/nosso mundo/19, 997, 3417155, O valor da casca de-arroz.html](http://ww.clicrbs.com.br/especial/Sc/nosso_mundo/19_997_3417155_O_valor_da_casca_de-arroz.html). Acesso em 26 de março de 2018.

MOREIRA, C. A.; BRAGA, A. C. O.; HANSEN, M. A. F. Estimativa do tempo de produção de chorume em aterro controlado por meio de medidas de resistividade elétrica. **Revista brasileira geociências**, São Paulo, v. 41, n. 3, 2011.

OLESZCZUK, P. et al. Activated carbon and biochar amendments decrease pore-water concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sewage sludge. **Bioresource Technology, Essex**, v. 111, p. 84-91, 2012.

ORTIZ, L. S. Energias renováveis sustentáveis: uso e gestão participativa no meio rural. Porto Alegre: **Núcleo Amigos da Terra Brasil**, p. 67, 2005.

PARK, H. J. et al. Production of phenolics and aromatics by pyrolysis of miscanthus. **Fuel, London**, v. 97, p. 379-384, 2012.

PARK, Y. K. et al. Effects of operation conditions on pyrolysis characteristics of agricultural residues. **Renewable Energy**, Oxford, v. 42, p. 125-130, 2012.

ROSA, A. S.; DALMOLIN, R. S. D.; COPETTI, A. C. C. A poluição causada por aterros de resíduos sólidos urbanos sobre os recursos hídricos. **Revista Gaia Scientia**, v. 7, n. 1, 2013.

SAIDUR, R. et al. A review on biomass as a fuel for boilers. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, New York, v. 15, n. 5, p. 2262-2289, 2011.

SAMANIEGO, M. R. P. Uso de biocombustível da pirólise rápida da palha de cana em um motor de ciclo Otto. Campinas, 117f, 2007. Dissertação (Mestrado) - **UNICAMP**.

SANCHES FILHO, P. J., SILVEIRA, L. A., BETEMPS, G. R., MONTENEGRO, G. O., SAMPAIO, D. M., & CARAMÃO, E. B. Application of the SARA method for determination of hydrocarbons by GC/qMS in bio-oil obtained by fast pyrolysis of rice husk. **Microchemical Journal**, v. 135, p.226-238, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2017.08.015>.

SANTOS, N. A. V., Vieira, S. S., MENDONÇA, F. G., NAPOLITANO, M. N., NUNES, D. M., FERREIRA, R. A. R., ... & LAGO, R. M. (2017). Rejeitos de Biomassas Oriundas da Cadeia de Biocombustíveis no Brasil: Produção de Bio-óleo e Sub-produtos. **Rev. Virtual Quim.** v. 9, n.1, p.52-72, 2017. DOI: 10.21577/1984-6835.20170007.

SOLTANI, N.; BAHRAMI, A.; PECH-CANUL, M.I.; GONZÁLEZ, L.A.; Review on the physicochemical treatments of rice husk for production of advanced materials, **Chem. Eng. J.** v.264, p.899–935, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2014.11.056>.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

SONG, M. et al. The comparison of two activation techniques to prepare activated carbon from corn cob. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v.48, n.800, p.250-256, 2013.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 4ª ed. Belo Horizonte: UFMG, v. 1. 2014. 261-266 p.

SULLIVAN, A. L.; BALL, R. Thermal decomposition and combustion chemistry of cellulosic biomass. **Atmospheric Environment**, Oxford, v.47, p.133-141, 2012.

TANG, J.; ZHU, W.; KOOKANA, R.; KATAMAYA, A. Characteristic of biochar and TORRI, I. D. V., PAASIKALLIO, V., FACCINI, C. S., HUFF, R., CARAMÃO, E. B., SACON, V., ... & ZINI, C. A. Bio-oil production of softwood and hardwood forest industry residues through fast and intermediate pyrolysis and its chromatographic characterization. **Bioresource technology**, v.200, p.680-690, 2016.

YANG, D. et al. Studies on the structural characterization of lignin, hemicelluloses and cellulose fractionated by ionic liquid followed by alkaline extraction from bamboo. **Industrial Crops and Products**, London, v.43, p.141-149, 2013.

YANG, K. et al. Preparation of high surface area activated carbon from coconut shells using microwave heating. **Bioresource Technology, Essex**, v.101, n.15, p.6163-6169, 2010.

Realização

 ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375