

POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE CALDEIRA DE UNIDADE INDUSTRIAL

OTÁVIO AFONSO BITENCOURT; GABRIEL AFONSO MARTINS²; BRUNA WAGNER IRION³; LUCAS LOURENÇO CASTIGLIONI GUIDONI⁴; LUCIARA BILHALVA CORRÊA⁵; ÉRICO KUNDE CORRÊA⁶

¹ Universidade Federal de Pelotas/Núcleo de Educação, Pesquisa e Extensão em Resíduos e Sustentabilidade - NEPERS – otavio_afonsobi@hotmail.com

² Universidade Federal de Pelotas/Núcleo de Educação, Pesquisa e Extensão em Resíduos e Sustentabilidade - NEPERS – gabrimartins1@hotmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas/Núcleo de Educação, Pesquisa e Extensão em Resíduos e Sustentabilidade - NEPERS – brunairion@gmail.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas/Núcleo de Educação, Pesquisa e Extensão em Resíduos e Sustentabilidade - NEPERS – lucaslbg@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Pelotas/Núcleo de Educação, Pesquisa e Extensão em Resíduos e Sustentabilidade - NEPERS – luciarabc@gmail.com

⁶ Universidade Federal de Pelotas/Núcleo de Educação, Pesquisa e Extensão em Resíduos e Sustentabilidade - NEPERS – ericokundecorrea@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

As caldeiras no meio industrial inicialmente foram utilizadas para movimentar máquinas e turbinas, com a finalidade de gerar energia por meio de emissão de vapor. Atualmente a utilização deste vapor não se detém apenas como fonte de energia, mas também fazem uso em curtumes, laticínios, fábricas de alimentos, frigoríficos, indústria de vulcanização, fábricas de papel e celulose e diversas outras áreas (BRAGA et al., 2002).

Ao utilizar diversas variedades de combustíveis para queima em caldeira e assim gerar energia necessária para o processo industrial seja ele qual for, conseqüentemente ocorre a geração de resíduos, mais especificamente a cinza de caldeira. Analisando as cinzas geradas pela queima de biomassa, sua composição físico-química acaba sendo heterogênea pelo fato de haver uma grande diversidade de matéria orgânica usada na queima, temperatura que a biomassa foi submetida e entre outras condições que afetam suas características. (MORAES et al., 2014)

Pelo fato de existir diversas variáveis que afetam a padronização da composição da cinza de caldeira, faz-se necessário a análise individualmente de cada caso, para que de fato se tenha real conhecimento de sua constituição. (CAMPANHARO et al., 2008). Observando a composição química da cinza de biomassa gerada pela queima de plantas, estão presentes substâncias químicas como K, Ca, Mg e P (MORO; GONÇALVES, 1995).

A destinação adequada das cinzas de caldeira gerada pela queima de biomassa, visando minimizar o impacto ambiental, se torna muitas vezes desvantajoso para as empresas, somando mais custos ao processo industrial, o que ocasiona a designação de forma inadequada (CACURO et al., 2015). Entre as alternativas disponíveis para destinação deste resíduo, sendo o mais utilizado pelas indústrias, o aterro industrial. Mesmo seguindo normas de implementação de um aterro, continua sendo uma destinação prejudicial ao meio ambiente em longo prazo, como a poluição de águas subterrâneas, lixiviação, emissão de odores, contaminação do solo e geração de CO₂ (WINCK et al., 2011)

No entanto, diversos estudos apontam que a aplicação das cinzas ao solo, pode causar grande melhoria nas características físico-químico do local no qual foi empregado. (MORO; GONÇALVES, 1995) Com isso, esse resíduo torna-se altamente benéfico para utilização em fertilizantes ou em reguladores de acidez do solo, pelo fato de possuir diversos nutrientes em sua composição.

O objetivo desse trabalho é demonstrar o possível potencial na aplicação da cinza de caldeira e dos com resíduos lignocelulósicos de uma unidade industrial, visando à destinação adequada de resíduos.

2. METODOLOGIA

A coleta dos materiais orgânicos foi realizada em uma empresa localizada na região sul do estado do Rio Grande do Sul, localizada em área estuarina de grande sensibilidade ambiental.

Foram feitas coletas de amostras Cinza de caldeira (A1), Cinza de caldeira misturado com Casca de arroz e Cavaco (A2) Cinza de caldeira misturada com Casca de arroz (A3). No total 9 amostras foram coletadas, lacradas, identificadas e armazenadas sob refrigeração até análises laboratoriais.

As amostras dos resíduos orgânicos coletados foram processadas em triplicata no Núcleo de Educação, Pesquisa e Extensão em Resíduos e Sustentabilidade (NEPERS), localizado no Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

A análise de umidade foi realizada por gravimetria, onde 2 g de amostras são pesadas em cadinhos previamente pesados, em estufa à 105°C por 24 h (AOAC, 1997). O teor de nitrogênio foi aplicado determinado por micro-Kjeldhal e para o índice pH foi utilizado pHmetro digital de bancada com amostras em solução com água destilada (1:10, m/v) (TEDESCO et al., 1995).

O índice de germinação foi calculado a partir do teste de germinação em sementes de pepino (*Cucumis sativus*) e rabo de galo (*Celosia argentea*), a partir do preparo do extrato da amostra com água destilada na proporção 1:10 (m/v). O volume de 5 mL desse dessa solução filtrada foi adicionado em cada placa, sendo realizado triplicatas preparadas com sementes de cada espécie. Por fim, incubado a 25 °C, no escuro, por 48h. Mediu-se as sementes germinadas da amostra (Gm) e do controle com água destilada (Gc) e a longitude média das raízes da amostra (Lm) e do controle (Lc). O índice de germinação (IG) percentual foi calculado através da Equação 1 adaptada de Zucconi et al. (1988).

$$IG \% = \frac{Gm \times Lm}{Gc \times Lc} \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 foram apresentados os dados obtidos através de análises laboratoriais, das amostras dos resíduos A1, A2 e A3.

Tabela 1 - Caracterização físico-química e fitotóxica dos resíduos avaliados.

Amostra	U (%)	pH	NT (%)	IG P (%)	IG RB (%)
A1	21,0	9,8	0,31	54,8	105,3
A2	24,4	6,6	0,29	220,2	178,6
A3	35,3	7,7	0,30	175,5	130,2

(U=Umidade; NTK=Nitrogênio Total Kjeldahl; IG P=Índice de Germinação do Pepino; IG RB=Índice de Germinação do Rabo de Galo; A1=Cinza de Caldeira; A2=Cinza de Caldeira+Casca de Arroz+Cavaco; A3=Cinza de caldeira+Casca de Arroz).

Os teores de Nitrogênio Total (NT) das amostras A1, A2 e A3, são bastante próximos entre si e indicam um material com teor reduzido de nitrogênio. Conforme a Instrução Normativa nº 25/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Secretaria de Defesa Agropecuária, os compostos produzidos para aplicação na agricultura devem conter no mínimo 0,5 de NT.

Para o pH, a amostra A1 atingiu um nível acidez 9,8, mostrando-se um composto altamente alcalino. Entretanto, a amostra A3, obteve um pH de 7,7, se caracterizando um composto neutro. Enquanto a amostra A2, expressou um pH de 6,6, ou seja, um composto de caráter ácido. Para agricultura a acidez do solo, ou seja, baixos níveis de pH, prejudicam o desenvolvimento e o estabelecimento da planta (CAMPANHARO, M. et al, 2008). Tendo em vista este problema na estabilização da acidez do solo para o plantio, a amostra A1 mostrou-se com potencial corretivo de acidez do solo, por possuir um alto nível de pH.

De acordo com a normativa 25/2009 do mapa, fertilizantes organominerais, podem apresentar no máximo 30% de umidade. Considerando que são resíduos de caldeira, as amostras A1 e A3 com teor de umidade de 21-24% e A2 com 35,3%, indicam que os materiais são armazenados em locais sem cobertura.

Quanto ao índice de germinação, conforme a escala estabelecida *California Compost Quality Council* (2001), as amostras A2 e A3 tiveram ótimos resultados, tanto para semente de pepino, quanto para a semente de rabo de galo. No entanto, a amostra A1, embora tenha obtido um bom resultado para a semente de rabo de galo, essa apresentou fitotoxicidade para a semente de pepino.

4. CONCLUSÕES

Dentro dos parâmetros determinados em laboratório em conjunto com a comparação de valores de referência, os resíduos da unidade industrial possui potencial para destinação em solo agrícola, com destaque para utilização para correção da acidez do solo e fertilidade agrícola. Com a destinação adequada desses materiais, torna-se possível evitar o desperdício de matéria prima ou impactos ambientais decorrentes do armazenamento inadequado.

Porém, mesmo apresentando resultados positivos, esses são considerados parciais e necessita de estudo técnico e profissional habilitado para viabilizar o seu gerenciamento e destinação adequada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº25, 23 de julho de 2009**. Online. Acessado em 24 de ago de 2017. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=20542>.

CACURO, T. A.; WALDMAN, W. R.. Cinzas da Queima de Biomassa: Aplicações e Potencialidades. **Revista Virtual de Química**, Sorocaba-SP, Brasil, v.7, n.6, p. 2154 – 2165, 2015.

CAMPANHARO, M.; MONNERAT, P.H.; RIBEIRO, G.; PINHO, L.G. DA R. **Utilização de cinza de madeira como corretivo de solo**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 12., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 10., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 7., 2008, Londrina. FertBio 2008: desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: anais. Londrina: Embrapa Soja: SBCS: IAPAR, UEL, p.4, 2008.

CCQC, California Compost Quality Council. **Compost maturity index, technical report**. California, 2001.

MORAES, C. A. M.; FERNANDES, I. J.; CALHEIRO, D.; KIELING, A. G.; BREM, F. A.; RIGON, M.R.; BERWANGER, J.A.; SCHNEIDER, I.A.H.; OSORIO, E. **Review of the rice production cycle: Byproducts and the main applications focusing on rice husk combustion and ash recycling**. Waste Management & Research, v. 32, n. 11. P. 1034-1048, 2014.

MORO, L. & GONÇALVES, J. L. de M. **Uso de cinza de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis* e avaliação financeira**. IPEF, Piracicaba, n. 48 – 49, p. 18 – 27, 1995.

TEDESCO, J. M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. **Análise de solo plantas e outros materiais**. Porto Alegre. Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia, UFRGS, 174 p., 1995.

WINCK, P. R.. **Estudo de viabilidade técnica da queima de resíduos gerados em uma indústria de tabaco para obtenção de energia térmica a ser aproveitada em uma caldeira geradora de vapor**. 2011. 49f. Dissertação(Graduação em Engenharia Química) – Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ZUCCONI, F. et al. **Evaluating toxicity in immature compost**. Biocycle, Emmaus, v. 22, p.54-57, 1988.