

## GESTÃO E USO DE CINZAS VEGETAIS PROVENIENTES DA QUEIMA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM CALDEIRAS

*MANAGEMENT AND USE OF VEGETABLE ASH FROM BURNING SUGARCANE BAGASSE IN BOILERS*

**Kelly Cristina dos Anjos Prado**

Universidade Estadual de Goiás (UEG)

[kca.prado@gmail.com](mailto:kca.prado@gmail.com)

**André Luiz Ribas de Oliveira**

Universidade Estadual de Goiás (UEG)

[andre\\_luiz\\_ueg@yahoo.com.br](mailto:andre_luiz_ueg@yahoo.com.br)

**Sandra Máscimo da Costa e Silva**

Universidade Estadual de Goiás (UEG)

[sandramascimo@hotmail.com](mailto:sandramascimo@hotmail.com)

**Vandervilson Alves Carneiro**

Universidade Estadual de Goiás (UEG)

[profvandervilson@gmil.com](mailto:profvandervilson@gmil.com)

---

**Resumo:** A utilização de biomassas vem se tornando uma tendência com o intuito de se ter um mundo mais limpo e sustentável. Na produção de álcool e açúcar, a partir da cana-de-açúcar, pode-se citar como resíduo gerado o bagaço, que tem despertado interesse devido ao seu baixo custo e seu potencial calorífico. Por esse motivo, seu principal uso é como combustível em fornalhas em substituição ao óleo combustível e outras fontes de energia. A queima do bagaço da cana-de-açúcar gera outros resíduos (fuligem, cinzas e cinzas volantes). Por se tratar de um resíduo produzido em grandes quantidades, deve ser utilizado de maneira ecologicamente correta para não gerar problemas ambientais. Atualmente, as cinzas são utilizadas na construção civil, na recuperação de solos degradados e na agricultura. Este estudo de caso teve como objetivo apresentar a gestão e uso de cinzas vegetais provenientes da queima de bagaço de cana-de-açúcar em caldeiras para geração de vapor de uma agroindústria localizada em Anápolis – GO. Foram realizadas visitas à indústria para a coleta de dados, observações *in loco* e acesso ao acervo de informações da empresa. Devido as suas características físico-químicas, as cinzas vegetais podem ser destinadas à formulação de compostos orgânicos utilizados como adubo em lavouras, também como componente do substrato usado em viveiros de mudas, como matéria prima alternativa para fabricação de cimentos e em recuperação de áreas degradadas. O resíduo deixou de ser considerado um passivo ambiental de acordo com suas características químicas, podendo sofrer várias destinações, colaborando para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

**Palavras-chave:** Destinação de cinzas; Resíduos agroindustriais; Cinzas de bagaço de cana-de-açúcar.

---

**Abstract:** The use of biomass has become a trend in order to have a cleaner and sustainable world. In the production of alcohol and sugar from sugarcane, we can mention as residue the generated

bagasse, which aroused interest for its low cost and its calorific potential. For this reason, its main use is as fuel in furnaces to replace fuel oil and other energy sources. Burning sugarcane bagasse generates other residues (soot, ashes and fly ash). Because it is a waste produced in large quantities, it must be used in an environmentally friendly manner to avoid environmental problems. Ashes are currently used in construction, soil recovery and agriculture. This case study aimed at reporting the management and use of vegetable ash from the burning of sugarcane bagasse in steam generation boilers of an agroindustry located in Anapolis - GO. Visits were made to the industry for data collection, on-site observations and access to the company's information collection. Due to their physicochemical characteristics, vegetable ash can be used to formulate organic compounds used as fertilizer in crops, as well as a substrate component used in seedling nurseries, as an alternative raw material for cement manufacturing and in the recovery of degraded areas. The waste is no longer considered an environmental liability according to its chemical characteristics can suffer various destinations, contributing to the sustainability of agricultural systems.

**Keywords:** Ash disposal; Agro-industrial waste; Sugarcane bagasse ash.

## INTRODUÇÃO

Em todo o mundo são gerados milhões de toneladas de resíduos provenientes de atividades industriais (TEIXEIRA, 2008; CORDEIRO, 2009). O Brasil, como potência agrícola, é um dos maiores produtores de resíduos agroindustriais do mundo. Dentre as principais culturas agroindustriais, pode-se citar a soja e a cana-de-açúcar (SEAB, 2013).

A destinação dos resíduos gerados pelo processo de produção destas culturas é um problema, pois o seu descarte adequado representa um custo a mais no processo, além de representar um problema ambiental devido a sua contínua disposição no meio ambiente. Sendo assim, encontrar aplicações agregando valor a estes resíduos torna o processo produtivo mais sustentável, pois impede o impacto ao meio ambiente relativo ao descarte do resíduo e diminui o custo do tratamento para a sua disposição (CACURO, 2015).

O aumento da pressão pela conservação dos ecossistemas, a maior rigidez da legislação ambiental e a preocupação cada vez maior dos consumidores com a qualidade ambiental dos processos produtivos tem conduzido as empresas a reverem suas estratégias de produção industrial. À medida que aumentam as preocupações com a melhoria da qualidade do meio ambiente, as organizações voltam de maneira crescente suas atenções para os potenciais impactos de suas atividades, produtos e serviços (BERTOLINO, 2012).

O desempenho ambiental de uma organização vem ganhando importância cada vez maior para as partes interessadas, internas e externas (GHENO, 2006). Segundo Libera (2003), a indústria acaba afetando o meio ambiente (seja pelo uso de recursos naturais, produção de resíduos, liberação de gases etc.), sendo importante adotar uma gestão estratégica em relação às questões ambientais, e os impactos nesta área devem ser avaliados,

quantificados, mensurados e informados, proporcionando, com isso, uma contribuição em benefício da sociedade.

Cada empresa, dentro das suas particularidades, estabelece a sua visão de sustentabilidade e o desenvolvimento de melhores práticas ambientais para que com elas possam criar vantagens competitivas para o seu negócio. A implantação de um Sistema de Gestão Ambiental em empresas do segmento agroindustrial é fundamental por exercerem um papel importante na economia e serem responsáveis pelos aspectos ambientais significativos. (BERTOLINO, 2012).

Na produção de álcool e açúcar, por exemplo, a partir da cana-de-açúcar, podemos citar como resíduos gerados o bagaço, a torta de filtro, a vinhaça e a água de lavagem. Dentre estes, o bagaço tem despertado interesse devido ao seu baixo custo e seu potencial calorífico. Por esse motivo, seu principal uso é como combustível em fornalhas (CACURO, 2015). A queima do bagaço excedente da cana-de-açúcar possibilita o seu uso em substituição ao óleo combustível e outros energéticos (ZARDO et al., 2004).

Segundo Reis (2015), antes da prática de utilização destes resíduos como combustível, alguns deles eram considerados escória (como o bagaço da cana-de-açúcar e a casca de arroz, por exemplo, as quais eram anteriormente queimados apenas para redução do seu volume) mesmo possuindo um poder calorífico considerável. Com as leis e punições cada vez mais severas sobre a degradação do meio ambiente, e, com o aperfeiçoamento das tecnologias e equipamentos, a utilização de biomassas como fontes de energia se tornou, além de útil para a compactação desses resíduos, uma opção viável, e até, em alguns casos, lucrativa.

A utilização de biomassas vem se tornando uma tendência com o intuito de se ter um mundo mais limpo e sustentável. Cada vez mais as empresas sustentáveis, ou seja, que se comprometam com o meio ambiente, vem sendo observadas com melhores olhos por fornecedores e clientes garantindo sua permanência e crescimento no mercado competitivo atual (REIS, 2015).

A utilização do bagaço da cana-de-açúcar como combustível em caldeiras, gera outros resíduos: a fuligem (partículas muito finas, resultantes da combustão e que se depositam na caldeira), as cinzas geradas na caldeira e as cinzas volantes. As cinzas volantes podem ser definidas como as partículas finas que se levantam junto com os gases gerados pela combustão, são capturadas nas chaminés, geralmente por filtros manga e mult ciclones, antes que sejam liberadas para o ambiente.

A cinza de caldeira é um resíduo produzido em grandes quantidades e deve ser utilizado de maneira ecologicamente correta para não gerar problemas ambientais. Segundo Malavolta (2001), uma tonelada de cana gera 550 kg de bagaço e, com a combustão, 16,5 kg de cinzas, representando 3% de teor de cinzas.

Uma importante utilização para as cinzas é na recuperação de solos degradados, geralmente pobres em matéria orgânica e nutrientes em geral. Esta é uma grande oportunidade de converter o resíduo da condição de passivo para a de benefício ambiental (SILVEIRA, 2009). Scotti et al. (1999) ponderam que a cinza de caldeira é capaz de suprir o solo com apreciáveis quantidades de sódio, magnésio, enxofre, fósforo, potássio, ferro, manganês, zinco e cobre.

As cinzas, de modo geral, além de nutrientes, possuem também em sua composição química, bases que servem para neutralizar a acidez do solo, funcionando como corretivo, cujos efeitos podem diferir dependendo do tipo de solo (SANTOS et al., 1995; PRADO et al., 2002).

Atualmente, as cinzas são utilizadas na construção civil, sendo uma alternativa atraente e viável para substituição da areia, por ser um resíduo com baixo valor agregado e grande quantidade de sílica (GONZÁLEZ et al., 2009; MACEDO, 2009). Segundo Feitosa et al. (2009), as cinzas de caldeira de bagaço de cana-de-açúcar, por apresentarem quantidades consideráveis de nutrientes de plantas, podem ser aproveitadas em solos de baixa fertilidade natural, melhorando as suas características físico-químicas.

Brunelli e Pisani Júnior (2006), ponderam que a utilização da cinza na agricultura é ecologicamente viável e economicamente interessante, pois uma vez incorporado ao solo melhora sua capacidade de retenção de umidade, corrige parcialmente a acidez e proporciona melhoria ao crescimento das culturas.

Sendo assim, este estudo de caso tem como objetivo apresentar a gestão e uso de cinzas vegetais provenientes da queima de bagaço de cana-de-açúcar em caldeiras para geração de vapor, especificando a forma de armazenamento e destinação final e as demais medidas de controle ambiental relacionadas aos resíduos da queima, adotados por uma agroindústria localizada em Anápolis – Goiás.

## METODOLOGIA

Este estudo de caso foi desenvolvido em uma agroindústria de grande porte localizada no Distrito Agroindustrial de Anápolis – DAIA, Anápolis, Goiás. Esta unidade atende atualmente os mercados interno e externo, tendo como principais produtos acabados o óleo de soja refinado, lecitina de soja, farelo de soja, biodiesel e glicerina bidestilada, a qual utiliza em seu processo produtivo o vapor d'água, gerado em duas caldeiras que utilizam bagaço da cana-de-açúcar como combustível.

Este estudo caracteriza-se como exploratório, uma vez que levanta informações sobre a gestão e uso das cinzas vegetais geradas a partir da queima do bagaço de cana-de-açúcar em caldeiras de uma agroindústria no período de agosto de 2018 a julho de 2019.

Para o desenvolvimento deste estudo de caso, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica em relação ao tema e, num segundo momento, foram realizadas visitas à indústria para coleta de dados através do acesso ao acervo de informações da empresa (planilhas de consumo de combustíveis, plano de gerenciamento de resíduos sólidos e relatórios de monitoramento ambiental), observações *in loco* para se conhecer o processo produtivo e todo o processo de geração de vapor através da queima do bagaço da cana-de-açúcar.

### **A) Origem do Bagaço de Cana-de-Açúcar**

O bagaço de cana-de-açúcar utilizado como combustível nas caldeiras da indústria em estudo para a geração de vapor tem origem nas diversas indústrias sucroalcooleiras do Estado de Goiás, provenientes dos municípios de Carmo do Rio Verde, Inhumas, Itapaci, Uruaçu e Rubiataba.

A safra de cana-de-açúcar ocorre entre maio e novembro (ARIEDI JUNIOR, 2013) e neste período o bagaço de cana-de-açúcar é recebido na empresa.

### **B) Recebimento e Estocagem do Bagaço de Cana-de-açúcar**

Ao ser recebido na unidade industrial, o bagaço de cana-de-açúcar é encaminhado para as áreas de armazenagem, que podem ser pilhas de estoque devidamente cobertas por lona para evitar dispersão no ar, acúmulo de sujeiras, animais peçonhentos e absorção de umidade do ambiente, conforme a Figura 1. A lona para cobrir o bagaço é esticada sobre as pilhas de

bagaço e presa ao solo. Outra opção é enviar o bagaço diretamente para consumo imediato no local onde ocorre a alimentação da caldeira.



**Figura 1:** Pilhas de estoque de bagaço de cana-de-açúcar, Anápolis – Goiás.

**Fonte:** Agroindústria, 2016.

Uma amostragem é realizada no momento da descarga e a amostra é enviada para o laboratório próprio da empresa para análise do teor de umidade. Esta análise é importante para que seja determinada a qualidade do combustível recebido. Segundo Basquerotto (2010) após passar pelo processo de secagem, o bagaço de cana-de-açúcar ainda tem cerca de 50% de umidade.

O bagaço recém-moído possui cerca 45% de fibras lignocelulósicas, de 2 a 3% de sólidos insolúveis e de 2 a 3% de sólidos solúveis. É um material complexo, constituído principalmente de celulose, hemicelulose e lignina, que são os responsáveis pelo seu elevado conteúdo energético (SANTOS et al., 2011).

### **C) Geração de Cinzas**

Atualmente a empresa possui duas caldeiras para geração de vapor que utilizam o bagaço de cana-de-açúcar como combustível. Através da queima do bagaço, as cinzas são geradas nos fornos e nas etapas de controle das emissões atmosféricas, compostos por multiciclones (02 conjuntos, sendo cada conjunto composto de 04 ciclones) conforme Figura 2a e conjunto de filtros de manga instalados para polimento final, Figura 2b.

As cinzas geradas nos fornos são removidas através de uma fita transportadora, e enviadas até o local de armazenamento temporário. As cinzas retidas nos conjuntos de multiciclones e filtros de manga são depositadas na moega de recolhimento.



**Figura 2:** Conjuntos de multiciclones (a) e Conjunto de filtros de manga (b)  
**Fonte:** Autores (2019).

#### **D) Armazenamento das Cinzas**

O armazenamento das cinzas é realizado em duas etapas, sendo a primeira o armazenamento constante das cinzas pós-caldeira, em galpão fechado, construído em alvenaria, com portões em material metálico. E diariamente, com o auxílio de pá mecânica, as cinzas geradas são removidas para um local de armazenamento ao ar livre no pátio da empresa, dotado de solo compactado e barreira vegetal (eucaliptos).

#### **E) Manejo e Transporte das Cinzas**

O transporte interno das cinzas entre o galpão e o pátio é realizado com pá mecânica e caminhões caçamba, e o transporte externo até a destinação final é realizado por caminhões caçamba basculante e carretas, os quais possuem cobertura para evitar a dispersão do material particulado durante o trajeto.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Antes da definição da destinação final, as cinzas são enviadas para laboratório externo para análise e classificação conforme a NBR 10.004:2004 segundo a sua periculosidade: Classe I – Resíduos perigosos (que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, se gerenciados de forma inadequada) e Classe II – Resíduos não perigosos, Classe II-A – Não inertes, Classe II-B – Inertes (ABNT, 2004).

Após análise para classificação de acordo com a NBR 10.004:2004, as cinzas vegetais geradas foram classificadas como Classe II A, ou seja, Resíduos não perigosos não inertes.

Basu et al. (2014), em estudo sobre a utilização das cinzas na agricultura, destacaram como principais vantagens em sua utilização:

- a) a capacidade de melhorar as propriedades do solo, como a mudança da textura do solo com a utilização de quantidades controladas de cinzas;
- b) o controle de pH do solo;
- c) o aumento da capacidade de retenção de água pelo solo.

Amostras de cinzas são enviadas para análise química, a fim de verificar os principais componentes para utilização das cinzas na agricultura. A Tabela 1 apresenta os resultados da análise química realizada nas cinzas vegetais.

Tabela 1 – Características químicas das cinzas vegetais provenientes da queima de bagaço de cana-de-açúcar.

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
Nitrogênio	%	0,10
Fósforo (total)	%	0,64
Potássio (solúvel)	%	1,85
Cálcio	%	1,70
Magnésio	%	0,45
Enxofre	%	0,45
Cobre	%	0,0025
Ferro	%	1,7300
Manganês	%	0,0050
Zinco	%	0,0048
Molibdênio	%	0,0007
Cobalto	%	0,0008
Boro	%	0,0011
Matéria Orgânica	%	57,00
Matéria Orgânica (Seca)	%	58,80

Umidade	%	3,00
Matéria Mineral	%	40,00
pH	-	11,26
Relação C/N	-	29,00
Chumbo	ppm	0,01
Cádmio	ppm	0,01
Cromo	ppm	2,50
Níquel	ppm	0,40

Fonte: Agroindústria, Anápolis - GO, 2017.

Observou-se que os componentes principais da cinza vegetal são matéria orgânica, potássio e cálcio, contendo um pH alcalino e micronutrientes.

Devido as suas características físico-químicas, as cinzas vegetais podem ser destinadas à formulação de compostos orgânicos utilizados como adubo em lavouras, também como componente do substrato usado em viveiros de mudas, como matéria prima alternativa para fabricação de cimentos e em recuperação de áreas degradadas.

Segundo Nolasco et al. (1999), o efeito benéfico da cinza como fertilização de base e, principalmente, de cobertura, é resultado de sua composição química e da solubilização lenta dos macros e micronutrientes, podendo ser comparada a uma fórmula de NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio).

De modo geral, as cinzas causam várias melhorias físicas e químicas no solo, aumentando a fertilidade e sua nutrição mineral. Por essas características, a cinza tem sido amplamente indicada para a fertilização de culturas orgânicas (VOGEL et al., 2003).

Após o resultado positivo das análises de composição química das cinzas, a empresa optou por destinar este resíduo a produtores rurais, floriculturas, viveiros, cimenteiras, indústrias de substratos e adubos orgânicos da região. Esta destinação é feita através de doações, onde o transporte é custeado pelo empreendimento que utilizará as cinzas, resultando em custo zero para a empresa geradora do resíduo e em um enorme ganho ambiental, evitando que as cinzas sejam descartadas sem qualquer critério no meio ambiente e através da sua correta gestão, possibilitando a reincorporação de seus compostos ao solo, fechando o ciclo de vida da cana-de-açúcar.

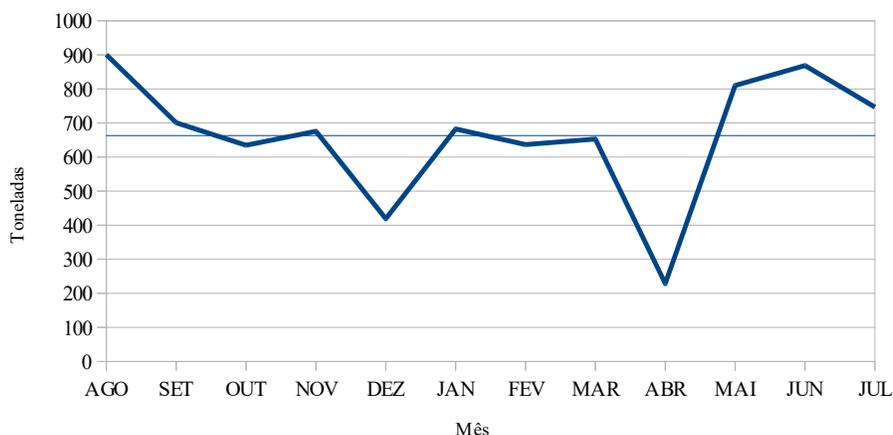
Os seguimentos que almejam utilizar as cinzas para incorporação em suas atividades realizam um cadastro junto à empresa, onde os dados do responsável, endereço de

armazenamento, finalidade de uso e dados do veículo de transporte são coletados e arquivados.

As doações são registradas através de um documento denominado Registro de Doação, onde constam orientações sobre o correto armazenamento e manejo do material.

Ao saírem do pátio industrial da empresa, os caminhões que transportam cinzas são obrigatoriamente pesados em balança rodoviária. Nesta pesagem um ticket contendo o peso líquido é emitido e através deste peso, planilhas com controle de saída são atualizadas mensalmente. De acordo com as planilhas de pesagem, verificou-se que a geração média é de 600 toneladas de cinzas por mês, conforme a Figura 3.

Figura 3: Geração mensal de cinzas vegetais provenientes da queima de bagaço de cana-de-açúcar, Anápolis – GO (período de agosto de 2018 a julho de 2019).



Fonte: Autores, 2019.

Através das planilhas de pesagem analisadas, foi possível observar que ocorreram oscilações de quantidade de cinzas geradas durante o ano, isso se deve as oscilações de produção na referida indústria.

Ciente de sua corresponsabilidade em relação à destinação dos resíduos gerados em seu pátio industrial, a empresa prevê a realização de inspeções nos locais de destinação das cinzas vegetais, no sentido de verificar as condições de armazenagem e utilização.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resíduo deixou de ser considerado um passivo ambiental e devido às suas características químicas podem sofrer várias destinações, incluindo o uso na própria agricultura, como forma de reposição de nutrientes e como condicionador das características do solo.

Os resultados das análises realizadas, corroboram com as observações de outros autores de que a cinza de caldeira pode ser utilizada como fonte de nutrientes e na melhoria das propriedades de solos agrícolas colaborando para a sustentabilidade de sistemas agrícolas.

O uso predominante das cinzas tem sido para agricultura, uma vez que as demais alternativas de destinação não absorvem toda a quantidade gerada, além de que, a coloração das cinzas torna o seu emprego na construção civil pouco atrativo, resultando em produtos com aspecto visual pouco comercial.

Recomenda-se a complementação de informações em relação a destinação final de cinzas vegetais para uso na agricultura através de estudos específicos sobre as condições ideais de dosagem e impactos diretos no solo.

## REFERÊNCIAS

ARIEDI JUNIOR, V. R.; MIRANDA, J. R. **Combustão do bagaço da cana-de-açúcar, autossuficiência energética e carbono neutro.** In: WORKSHOP AGROENERGIA, 7, 2013, Ribeiro Preto – SP, junho 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004:2004.** Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.

BASQUEROTTO, C. H. C. C. **Cogeração de energia elétrica com bagaço de cana-de-açúcar comprimido (briquete).** 2010. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, 2010

BASU, M.; PANDE, M.; BHADORIA, P. B. S.; MAHAPATRA, S. C. **Potential fly-ash utilization in agriculture: A global review.** Progress in Natural Science. London, v. 19, n. 10, p. 1173-1186, 2009.

BERTOLINO, M. T. **Sistemas de gestão ambiental na indústria alimentícia.** Porto Alegre: Artmed, 2012. p.157.

BRUNELLI, A. M. M. P.; PISANI JUNIOR, R. **Proposta de disposição de resíduo gerado a partir da queima de bagaço de cana em caldeiras como fonte de nutriente e corretivo de solo.** In: CONGRESO ITERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 30, 2006, Punta del Este. Anais [...], Punta del Est, v. 1, p. 1-9, 2006.

CACURO, T.A.; WALDMAN, W.R. **Cinzas da queima de biomassa: Aplicações e potencialidades.** Revista Virtual de Química, Rio de Janeiro, v.7, n.6, p. 2154-2165, julho 2015.

CORDEIRO, C. C.; FILHO, R. D. T.; FAIRBAIRN, E. M. R. **Caracterização de cinza do bagaço de cana-de-açúcar para emprego como pozolana em materiais cimentícios.** Revista Virtual Química Nova, v.32, n.1, p. 82-86, janeiro 2009.

FEITOSA, D. G.; MALTONI, K. L.; SILVA, I. P. F. **Avaliação da cinza oriunda da queima do bagaço da cana-de-açúcar na substituição da adubação química convencional para produção de alimentos e preservação do meio ambiente.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 04. n. 02, p. 2412-2415, 2009.

GHENO, R. **Sistema de gestão ambiental e benefícios para a organização: estudo de caso em empresa metalúrgica do RS.** 2006. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade de Passo Fundo, 2006.

GONZÁLEZ, A.; NAVIA, R.; MORENO, N. **Fly ashes from coal and petroleum coke combustion: current and innovative potential applications.** Waste Management & Research 2009, 27, 976

LIBERA, K. A. D. **Análise da gestão estratégica dos custos de natureza ambiental: estudo de caso em uma empresa do setor cerâmico.** 2003. Dissertação de mestrado. Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MALAVOLTA, E. **Sobre a utilização agrícola do resíduo de cinza de caldeira,** CNA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP, In: Parecer para Cargill Citrus Ltda, Piracicaba, 2001, 17 p.

MORAIS, A. S.; SILVA, M. B. **Avaliação energética do bagaço de cana em diferentes níveis de umidade e graus de compactação.** 2008. Enegep, Rio de Janeiro, 2008.

NOLASCO, A. M.; GUERRINI, I. A.; BENEDETTI, V. **Uso de resíduos urbanos e industriais como fonte de nutrientes e condicionadores de solos em plantios florestais.** In: SIMPÓSIO DE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, 1999. Piracicaba. Resumos expandidos... Piracicaba: IPEF – ESALQ/USP, 1999.

PRADO, R. M.; COUTINHO, E.L.M.; ROQUE, C.G.; VILLAR, M.L.P. **Avaliação da escória de siderurgia e de calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alfaca.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, p. 539-546, 2002

REIS, J. P.; KLUCK, W. **Geração de energia (vapor) a partir da queima de biomassa (bagaço de cana-de-açúcar).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 11, 2015. Anais [...] Campinas – SP: Unicamp, 2015.

SANTOS, M. L.; LIMA, O. J.; NASSAR, E. J.; CIUFFI, K. J.; CALEFI, P. S. Estudo da condição de estocagem do bagaço de cana-de-açúcar por análise térmica. *Revista Virtual Química Nova*, v.34, n.3, p. 507-511, São Paulo, 2011.

SANTOS, J.A.G.; MOREAU, A.M.S.S.; REZENDE, J.O.; COELHO, I.A.; SILVA, E.; CRUSOÉ, G. **Avaliação do potencial corretivo da cinza, oriunda de biomassa vegetal, comparada ao calcário.** *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 25, 1995. Resumos. Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência do Solo, 1995. p.1148-1150.

SEAB – SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO RURAL. Departamento de Economia Rural. Soja – **Análise da Conjuntura Agropecuária.** Novembro de 2013.

SCOTTI, I. A.; SILVA S.; BOTTESCHI, G. **Effect of fly ash on the availability of Zn, Cu, Ni and Cd to chicory.** *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 72:159-163, 1999.

SILVEIRA, T. **Avaliação de cinza de caldeira de indústria de concentrados de frutas cítricas sobre as propriedades de solo degradado e solo cultivado com cana-de-açúcar.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campos de Jaboricabal, São Paulo – Brasil, 2010.

TEIXEIRA, S. R.; SOUZA, A. E.; SANTOS, G. T. A.; PEÑA, A. F. V.; MIGUEL, A. G. **Sugarcane bagasse ash as a potential quartz replacement in red ceramic.** *Journal of the American Ceramic Society* 2008, 91, 1883.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; SILVA, J. V. M.; DAL ROSS, G. P.; MOREIRA, E. S. **Utilização de cinza de caldeira de biomassa como fonte de nutrientes em *acácia mearnsii* de wild.** *In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO.* Oportunidades e Desafios do Século XXI. São Paulo, 2003.

ZARDO, A. M.; BEZERRA, E. M.; MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JR, H. **Utilização da cinza de bagaço de cana-de-açúcar como “filler” em compostos de fibrocimento.** *In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1 e ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 10, São Paulo, SP, 2004. Anais. Porto Alegre, 2004, v. 1, p. 1-13.

---

## **SOBRE AS AUTORAS E OS AUTORES**

---

### **Kelly Cristina dos Anjos Prado**

Discente do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Goiás – Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo – Anápolis – Goiás – Brasil.

---

### **André Luiz Ribas de Oliveira**

Docente do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Goiás - Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo – Anápolis – Goiás – Brasil.

---

### **Sandra Máscimo da Costa e Silva**

Docente do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Goiás - Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo – Anápolis – Goiás – Brasil.

---

### **Vandervilson Alves Carneiro**

Docente do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Goiás - Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo – Anápolis – Goiás – Brasil.

---

Recebido para publicação em março de 2020

Aprovado para publicação em julho de 2020