

ÁREA TEMÁTICA: GESTÃO AMBIENTAL

CINZA GERADA PELA PRODUÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DA QUEIMA DE MATERIAIS DIVERSOS: RECURSO OU PASSIVO AMBIENTAL

*Carlos Alberto Mucelin (camucelin@gmail.com),
Giorgia Baseggio Strieder (gibaseggio@gmail.com)*

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

RESUMO

A produção de energia para abastecer, especialmente a indústria, é um dos principais fatores de desenvolvimento e crescimento econômico e social do Brasil. De certa maneira, reflete determinados relevantes aspectos da economia do país e indica parâmetros de crescimento. Os resíduos gerados na produção de energia oriundos da queima de biomassa, especialmente madeira como, por exemplo, Eucalipto, geralmente, são as cinzas volantes. Tais resíduos tanto podem ser utilizados como material agregado de argamassa para revestimento ou estruturas prediais, quanto para a produção de novos produtos a base de cimento. Por outro lado, podem ser inadequadamente destinados com impactos ambientais negativos significativos ao meio ambiente, tais como ecossistemas aquáticos, fundo de vales, lixões a céu aberto, monturos diversos entre outros.

Palavras-chave: Indústria; Impacto ambiental; Cinzas.

ASH GENERATED BY ENERGY PRODUCTION FROM FOREST BIOMASS: RESOURCE OR ENVIRONMENTAL LIABILITIES

ABSTRACT

The production of energy to supply the industry in particular, is one of the main factors of development social and economic growth in Brazil. In a way, it reflects certain relevant aspects of the country's economy and indicates growth parameters. The residues generated in the production of energy from the burning of biomass, especially wood, for example, Eucalyptus, are usually fly ash. Such residues can either be used as aggregate mortar material for covering so building structures, as for the production of new cement-based products. Other way, they can be improperly destined with significant negative environmental impacts to the environment, such as aquatic ecosystems, valleys bottom, open dumps, diverse mounds among others.

Keywords: Industry; Environmental impact; Ashes.

1. INTRODUÇÃO

É possível se observar nos dias atuais, final da segunda década do século XXI, que a exploração ambiental e as ameaças provocadas pelas atividades da indústria, concomitantemente ao desenvolvimento tecnológico refletem, relevantes preocupações com a preservação do ambiente, com ênfase aos princípios de sustentabilidade. A industrialização refletiu nas características culturais da sociedade, especificamente, no elevando o consumo de bens tecnológicos e industriais. É perceptível também na sociedade contemporânea ocidental, entre suas múltiplas características culturais, o elevado consumo de bens tecnológicos e industriais. O exacerbado consumo implica em elevadas taxas de produção de bens de consumo, materiais, equipamentos, alimentos entre outros e, conseqüentemente, produções ininterruptas da indústria com elevados índices de produção de resíduos sólidos.

Segundo Lopes (2014) a exacerbada demanda de bens de consumo implica na necessária compatibilização entre o crescimento econômico e ações de preservação ambiental, através do gerenciamento da produção desses artefatos (materiais, equipamentos, alimentos entre outros) de modo mais sustentável e, conseqüentemente, numa perspectiva que preconiza a qualidade de vida das pessoas.

O crescente processo de industrialização e os hábitos de consumo da sociedade contemporânea, muitas vezes são responsáveis pela geração de resíduos sólidos, os quais na maioria das vezes são responsáveis pelos chamados passivos ambientais. Na produção industrial, inevitavelmente registra-se a produção de resíduos.

De acordo com Stumm *et al.* (2016), na região oeste do Paraná estão em atividade uma parcela considerável de indústrias, as quais são responsáveis por 14,1% do Produto Interno Bruto do Estado. A atividade dessas industriais incluem setores como o de alimentos, especialmente frigoríficos, laticínios, vegetais, construção civil e o de vestuários e acessórios. Nessas indústrias são observadas e identificadas elevada geração de resíduos. Entre esses resíduos destaca-se a produção de cinzas, decorrente da necessidade de geração de energia pelo uso de caldeiras com a queima de combustíveis como a madeira, o bagaço vegetal e o carvão, por exemplo.

Os processos de produção e bens de consumo exigem, entre outras coisas, cada vez mais o uso de energia. Uma das formas de produção de energia se dá pela queima de biomassa, especialmente a madeira. Como consequência dessa queima, a cinza é um dos principais resíduos gerados e, com destinação muitas vezes inadequada. Gimenes (2012), relata que a grande utilização de biomassa no Brasil para fins energéticos, quando associada ao cenário atual da sociedade no que diz respeito às questões ambientais, exige que a destinação dos resíduos de queima (cinzas), esteja adequada com o ambiente. Sob essa premissa as cinzas passam a ter um valor agregado nas suas aplicações, seja na agricultura, na compostagem ou na construção civil. Segundo Lopes (2014) a geração de energia a partir de quantidades significativas de resíduos além de vantajosa é uma excepcional fonte de energia sustentável. A energia sustentável mencionada por Lopes (2014) se alinha ao que pressupõem Bolcchi *et al.* (2018), haja vista que a energia gerada pela queima dos resíduos sólidos tornou-se uma nova tendência com o propósito de suprir a demanda de energia através de um sistema que combina ambos os lados, denominado “*waste-to-energy*” (resíduo-para-queima).

De acordo do Foelkel (2017), um dos principais problemas da geração e reciclagem de resíduos das empresas brasileiras está relacionada ao pensamento equivocado de se reciclar corretamente. O autor supracitado faz menção ao hábito de se utilizar resíduos primários para queima em caldeiras de biomassa. A questão central desse artigo é explorar a dualidade do resíduo cinza como material para aproveitamento ou produto e/ou como potencial gerador de impactos ambientais negativos.

2. OBJETIVO

Este artigo teve como objetivo a caracterização do resíduo cinza gerado em unidades industriais e indicar as possíveis formas de utilização para a produção agrícola e/ou associando-as a geração de novos produtos, além de sinalizar ser um potencial poluidor ambiental.

3. METODOLOGIA

Este estudo é parte do trabalho realizado na Região Oeste do Paraná – Brasil e que teve como objeto de investigação os resíduos de unidades agroindustriais, ou seja, das cinzas residuais – Figura 1, provenientes da combustão de biomassa para a produção de energia.

Apresentamos de um lado a potencialidade da cinza como material agregado para a utilização em argamassa para revestimento ou estruturas prediais assim como para a produção de novos produtos a base de cimento. De outro, sua potencialidade para eventuais impactos ambientais negativos quando são observadas disposições inadequadas desses resíduos no meio ambiente. Entre os ambientes comumente utilizados para tais disposições inadequadas destacam os aquáticos, os fundos de vales, os lixões a céu aberto ou monturos, nascentes de rios e até mesmo áreas cultiváveis ou de produção de florestas, entre outros.

Figura 1: Resíduo de cinza



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de energia a partir da queima de biomassa, inevitavelmente implica na geração de cinza e é um processo que acompanha o ser humano desde que ele dominou o fogo. Marques *et. al.* (2016) destacam que com o desenvolvimento das civilizações, o homem cada vez mais ocupa o que antes era lugar da natureza. Tais ocupações e formas de uso dos chamados recursos naturais concorreram para novas organizações sociais e as pessoas, entidades e instituições utilizam determinados recursos naturais cada vez mais escassos para o desenvolvimento de suas atividades.

Há registros de diversas formas de tratamento, utilização e/ou disposição final da cinza gerada na indústria no processo de produção de energia.

4.1 Potencialidade da cinza como produto ou agregado

É possível considerar o resíduo cinza como um produto ou agregado? É elementar considerar que esse tipo de resíduo é abundante em unidades geradoras de energia que utilizam a queima de biomassa nesse processo de geração.

Entre as principais alternativas de reciclagem ou reaproveitamento de cinza proveniente da indústria madeireira cita-se: a construção civil, a agricultura e os condicionadores de solo e a compostagem (CACURO e WALDMAN, 2015; RAMOS *et al.* 2017).

A utilização de cinzas como insumo na construção civil tem se mostrado uma opção viável diante dos aspectos ambientais. Tal alternativa é vista como uma estratégia direta de redução de gases que aprimoram o aquecimento atmosférico, justificando-se pela constante demanda da construção civil no Brasil e no mundo (CARVALHO *et al.*, 2018).

Segundo Lima *et al.* (2010) entre os mais variados segmentos da construção civil, há destaque para a aplicação dos conceitos de sustentabilidade e gestão ambiental para a confecção de materiais de construção, especialmente os que empregam o cimento Portland como material principal. A incorporação de cinzas à matriz do cimento Portland tem sido uma das principais alternativas de reaproveitamento (METHA e MONTEIRO, 2014).

O teor de cinzas que podem ser incorporados na matriz cimentícia apresenta ampla faixa de variabilidade, entretanto, depende das exigências e finalidades para as quais ela será utilizada em cada obra (CASTRO, 2015).

Autores como Witzke (2018), Bortoletto (2017), Pczieczek (2017) e Castro (2015) relatam que as cinzas incorporadas na matriz cimentícia apresentam resultados satisfatórios no que se refere às propriedades mecânicas do produto quando o mesmo é substituído em até 30% na matriz cimentícia ou agregado miúdo. Essa porcentagem de incorporação da cinza além de propiciar ganho econômico e apresentam características ecologicamente sustentáveis no processo de aproveitamento desses resíduos.

A utilização de cinzas na agricultura também apresenta resultados promissores segundo Cunha *et al.* (2011). Para Gimenes (2012) a cinza na produção agrícola é uma opção viável e ecologicamente correta. Sua viabilidade técnica, econômica e ambiental advém de resultados obtidos com as formas de utilização que em alguns casos revelaram bons níveis de produtividade. Destaca, entretanto, que há registros de elevada variabilidade de resultados da produtividade dependendo do tipo de solo e de cultura explorada.

Alves (2019) afirma que a produção de uma cultura de sucesso depende de um conjunto de fatores, dentre eles, salienta o cuidado com o solo, sistemas de cobertura, plantio, cultivo, nutrientes e rotação de culturas. A aplicação de cinza de biomassa ainda tem contribuído para resultados expressivos na altura das plantas, no seu diâmetro, no número de folhas, na massa seca da parte aérea e das raízes, bem como no teor foliar e de nutrientes em diversas culturas (ARRUDA *et al.*, 2016). O aumento de produção mencionado por Arruda *et al.* (2016) se justifica segundo Sbruzzi, (2017) pelo fato de que o resíduo de cinza de origem florestal apresente potencial para ser empregue como fertilizante de solo em culturas agrícolas.

Segundo o estudo de caso da Duratex (2015), a reciclagem na agricultura:

[...] feita de forma segura vem, portanto, trazer benefícios ao país, ao meio ambiente e à sociedade, pois ao mesmo tempo em que reduz a geração de resíduos e a necessidade de áreas para aterros, ela é ecológica e economicamente viável, agregando valor ao material ao transformá-lo em produto e contribuindo para as boas práticas de produção mais limpa, de sustentabilidade e economia circular.

Na compostagem, o aproveitamento de resíduos agroindustriais pode ocorrer por meio de processamento simples, a qual que se identificam características de redução da problemática ambiental, ou seja, a redução do volume de detritos além de se tornar uma alternativa viável com a possibilidade de reaproveitamento de resíduos (SILVA, 2017).

Segundo Costa *et al.* (2005) o processo de compostagem é utilizado como alternativa de disposição ambiental correta de resíduos derivados de atividades agrícolas, agroindustriais ou industriais. Ao

analisar o composto com inserção de cinzas nas atividades de uma cooperativa, no que se refere a macro e micro nutrientes, Silva (2017) identificou o grande potencial fertilizante do composto, fator que pode ser levado em consideração quando a questão é a produção agrícola. Gimenes (2012) apresentaram resultados satisfatórios em seus estudos quanto à adubação de solo, através da compostagem que preconizou a mistura de cinza de caldeira gerada por queima de biomassa. Nesta perspectiva, Odum (2007) considera que a compostagem é uma forma de reciclar/utilizar as cinzas que se encaixa em sistemas urbano-industriais de maneira paralela à reciclagem de materiais. Essa premissa se alinha ao que consideram Vilmar e Amilton (2018), de que a compostagem é uma técnica sustentável e que está de acordo com as leis de saneamento e da política nacional de resíduos sólidos.

Pode-se afirmar que as atividades com a utilização de cinza se alinham aos pressupostos da sustentabilidade. São importantes e necessárias e, se apresentam como uma possibilidade para o setor industrial que gera esse tipo de resíduo em seu processo produtivo.

4.2 Cinza como potencial fator de poluição

As unidades industriais da região oeste do Paraná utilizam em sua maioria, combustíveis sólidos como a biomassa florestal. Com a queima deste combustível é gerada grande quantidade de cinzas como resíduo e, que muitas vezes, não são destinadas de forma adequada no solo e provocam poluição e impactos ambientais negativos. Segundo Silva (2017) uma das consequências dessa queima é a presença de metais no ar, que poluído com cinzas, podem imputar graves danos respiratórios ao ser humano.

O desenvolvimento com a ampliação das indústrias, inevitavelmente, implica no aumento da produção de resíduos. Segundo Mondardo *et al.* (2015) o panorama do tratamento de resíduos, dentre eles as cinzas industriais, ainda se configuram como um problema para algumas empresas que fazem a disposição final em terrenos baldios. Candido (2018) enfatiza que os potenciais impactos ambientais relacionados à destinação inadequada deste resíduo (cinzas), independentemente do tipo de atividade industrial da qual são oriundas, implicam em poluição atmosférica e hídrica, haja vista a circulação de partículas no entorno as áreas de destinação/depósito.

O resíduo cinza, além da poluição atmosférica e hídrica mencionada por Candido (2018), pode implicar em perda de biomassa e nutriente, mas quando associada à disposição inadequada, refletem não só na contaminação de solos, mas também dos ambientes aquáticos com reflexos na saúde pública, especialmente, quando ocorre o processo de lixiviação (ROSA *et al.*, 2011).

Entre as principais fontes de matéria-prima do Brasil ainda há destaque para a madeira, uma vez que grande parte do território é composta de vegetação florestal. O setor madeireiro é uma das atividades industriais que mais explora a matéria-prima em questão, infelizmente de maneira inadequada (CASTRO, 2015). Para esse autor, a exploração mencionada implica em agressões e impactos ambientais negativos, que na maioria das vezes são irreparáveis ou apresentam graves consequências.

De acordo com Foelkel (2017), um dos principais problemas relacionados à geração e reciclagem de resíduos pelas empresas brasileiras está relacionado ao pensamento equivocado de reciclagem, uma vez que é habitual o envio de resíduos primários para queima em caldeiras de biomassa.

4.3 O passivo ambiental

Já mencionamos que inevitavelmente, a queima de biomassa utilizada para a produção de energia é responsável pela a geração de cinza como resíduo. Não obstante, o adequado tratamento ou destinação deveria ser uma preocupação preponderante. Lamentavelmente o que se observa não é exatamente isso e, na concepção de Ramos *et al.* (2017, p. 02) apesar da importância da indústria no Brasil “[...] pouco se inova em produção, armazenamento e gestão de resíduos oriundos do processo industrial, o que tem se tornado um problema de saúde pública e preservação ambiental”.

O que se observa é uma significativa produção de passivo ambiental gerada pelos resíduos industriais.

Segundo Antunes (2001), o passivo ambiental:

[...] representa toda e qualquer obrigação de curto e longo prazo, destinados única e exclusivamente a promover investimentos em prol de ações relacionadas à extinção ou amenização dos danos causados ao meio ambiente, inclusive percentual de lucro do exercício, com destinação compulsória, direcionado a investimentos na área ambiental de indenização de terceiros, de multas e para a recuperação de áreas danificadas.

Para Ribeiro e Lisboa (2000), o passivo ambiental em com consequência o “[...] sacrifício de benefícios econômicos que devem ser assumidos para a recuperação e a proteção do meio ambiente, decorrente de uma conduta inadequada em relação às questões ambientais”. Muitas vezes, tal passivo é decorrente de disposição inadequada de resíduos industriais.

Na concepção de Mondardo *et al.* (2015, p. 85) a unidade geradora de resíduos é responsável pela destinação apropriada e ainda deve determinar “[...] tratamento prévio para a disposição final ou armazenamento temporário, de forma a não comprometer o meio ambiente”.

A responsabilidade mencionada por Mondardo *et al.* (2015, p. 85) no ponto de vista de Gimenes (2012) pode ser vantajoso, uma vez que as empresas que reaproveitam ou, de alguma maneira inserem conceitos de reaproveitamento de seus resíduos, não só estão reduzindo seus custos com resíduos como estão colaborando com a preservação da natureza e, de maneira indireta, enaltecem sua imagem perante a sociedade.

Reflexo deste contexto é que as empresas deveriam realizar ações que preconizassem preservar o ambiente, haja vista que a atividade operacional pode ser prejudicial. Destaca-se ainda que é possível se observar nos dias atuais a população e, determinadas organizações, cada vez mais atentas aos princípios sustentáveis, sob a premissa de que a natureza deve ser preservada (MARQUES *et al.*, 2016).

5. CONCLUSÃO

O reaproveitamento de cinzas, em especial quando utilizada de forma adequada, é benéfico aos ecossistemas, ao ambiente e a sociedade. Os potenciais impactos ambientais pela geração desse resíduo são minimizados quando sua destinação final é adequada. Quando dispostos inadequadamente na natureza podem comprometer os ecossistemas sejam eles aquáticos ou terrestres.

A utilização da cinza tanto na produção agrícola quanto como agregado da matriz cimentícia potencializa para o setor industrial tanto a redução de impactos e passivos ambientais, pela diminuição da quantidade a ser depositados/destinados, quanto pela possibilidade do aumento da produtividade pelo agregado de nutrientes no setor agrícola. Destaca-se ainda a cinza como matéria prima da produção de produtos e artefatos de cimento da construção civil.

É importante que se busque novas alternativas para o reaproveitamento do resíduo cinza com vistas à diminuição de impactos ambientais negativos, quer seja como agregado para a produção de novos produtos, quer seja como produto complementar para a produção agrícola.

1. REFERÊNCIAS

ALVEZ, A. R. **Potencial de produção animal a partir das características espaciais e da demanda de nutrientes na agricultura.** Cascavel, 117 p., 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Oeste do Paraná.

ANTUNES, C.C., 2001. Sociedade Sustentáveis: A responsabilidade da Contabilidade. **Revista Mineira de Contabilidade**. V. 01, n. 02. p. 28-31, 2001.

ARRUDA, J. A.; et al., 2016. Uso da cinza de biomassa na agricultura: efeitos sobre atributos do solo e resposta das culturas. **Revista Principia**, João Pessoa, n.30, p. 13, 2016.

BORTOLETTO et al., 2017. Avaliação do resíduo cinza da madeira de eucalipto como substituição parcial de areia em argamassas de cimento. **Revista científica**. V. 10, n. 18. p. 1-14, 2017.

BOLCCHI, P.; ANJOS, F.S.M.; SARTORI, M.A. **Geração de energia elétrica a partir da queima do resíduo**. In: IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. São Paulo, 2018.

CASTRO, T. R. **Argamassa mista com a cinza pesada e a cinza leve do bagaço de cana-de-açúcar: propriedades no estado fresco e endurecido**. Maringá, 144 p., 2015. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá.

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

CANDIDO, C. S. **Utilização de cinzas volantes de carvão mineral em construção civil**. 2018. Trabalho (Pós-Graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Ceará, 2018.

CARVALHO et al., 2018. Remediação de impactos ambientais através de reaproveitamento de cinzas: um estudo do caso de uma usina térmica em São Luís - MA. **Revista Tecnologia e Sociedade**. V. 14, n. 33. p. 206-225, 2018.

COSTA, M.S.S. de M.; COSTA, L.A. de M.; SESTAK, M.; OLIBONE, D.; KAUFMANN, A.V.; ROTTA, S.R. Compostagem de resíduos da indústria de desfibração de algodão. **Eng. Agríc.** V. 25, n. 2. p. 540-548, 2005.

CUNHA, O.P.; FERNANDO, A.F.B.; CASAGRANDE, M.D.T. **Efeito da aplicação das cinzas de carvão sobre a microbiota de solo tropical**. In: II Congresso Internacional de Meio Ambiental Subterrâneo. São Paulo, 2011.

DURATEX, S. A. Gestão de resíduos: Um caso de sucesso na Duratex S. A. Projeto de Sustentabilidade In: 21º Prêmio de Mérito Ambiental. V.1, n.1, p. 1-32, 2015.

FOELKEL, Celso. Eucalyptus Online Book e Newsletter. São Paulo, v. 25, n. 5, out. 2017.

GIMENES, J. **Análise de geração, recuperação e destinação de cinzas em caldeira – o caso de uma indústria**. Curitiba, 97 p., 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.

LIMA et al., 2010. Análise de argamassas confeccionadas com a cinza do bagaço da cana-de-açúcar em substituição ao agregado miúdo. **Revista Tecnológica**, p. 87-97. 2010.

LOPES, E. J. **Desenvolvimento de sistema de gaseificação via análise de emissões atmosféricas**. Curitiba, 146 p., 2014. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.

MARQUES, L. de O.; ARRUDA, L. L.; GARBRECHT, G.T.; MATTOS, M.A. Passivo Ambiental: **Uma reflexão para a Contabilidade**. **Congresso Brasileiro de Custos**, p. 1-16, nov.2016. Trabalho apresentado no XXIII Congresso Brasileiro de Custos, 2016, [Porto de Galinhas, PE].

MEHTA, P. Kumar.; MONTEIRO, Paulo. J.M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. São Paulo: Ibracon, 2014. 782 p.

MONDARDO, A.A.; NOGUEIRA, C. E. C.; SOUZA, S. N. M. DE, ALMEIDA, C.; CONTINI, L.; ROVARIS, S. A.; OLIVEIRA, A. M. DE; PIVA, C. D. Alternativas para tratamento e disposição final de cinzas de casca de arroz. Estudo de caso de uma Cooperativa do Oeste do Paraná. **Acta Iguazu**. v.4. n.4. p.81-88, 2015.

ODUM, E. P. e BARRET, G.W. **Fundamentos de Ecologia**. Tradução da 5. ed. pela norte-americana. São Paulo: Editora Thompson Learning, 2007, 612 p.

PCZIECZEK, A. **Análise das propriedades físicas e mecânicas de argamassa para revestimento utilizando cinza volante e resíduo de borracha de pneus inservíveis**. Santa Catarina, p. 154, 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina.

RAMOS, W.F.; RUIVO, M. de L. P.; JARDIM, M. A. G.; PORRO, R.; CASTRO, R. M. da S.; SOUSA, L. M. de. Análise da indústria madeireira na Amazônia: Gestão, uso e armazenamento de resíduos. **RBCIAMB**, n. 43. p.1-16, 2017.

RIBEIRO, M.S., LISBOA, L.P. Passivo ambiental. In: **Revista Brasileira de Contabilidade**. n.126, p. 8-19, 2000.

ROSA, M. F.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, M.C.B.; MORAIS, J. P. S.; SANTAELLA, S. T.; LEITÃO, R.C. **Valorização de resíduos da agroindústria. Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais**, p. 98-105, mar.2011. Trabalho apresentado no II SIGERA, 2011, [Foz do Iguaçu, PR].

SBRUZZI, Everton Kuhn. **Cinza de biomassa florestal para aplicação nas culturas do feijão e do milho**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2017.

SILVA, L.N. **Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais. Paraná**, , 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, p. 70.

STUMM et. al. 2016. **Panorama Industrial do Paraná**. Sistema Fiep: Curitiba. p. 1-44, 2016.

VILMAR, S., AMILTON, S. **Potencial de aproveitamento de cinzas de madeira (MDF) no processo industrial moveleiro na produção de composto orgânico**. V Seminário de Pós-Graduação. Minas Gerais, 2018.

WITZKE, F. B. **Propriedades de concretos estruturais contendo cinza volante em substituição parcial ao cimento Portland**. Santa Catarina, 106 p., 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina.