



A IMPORTÂNCIA DO USO DE CINZAS DE RESÍDUOS URBANOS NA ECONOMIA CIRCULAR

SELMA CLARA DE LIMA; CLAUNITA NOVAIS ALVES

RESUMO

Após a revolução industrial devido às inovações tecnológicas foi possível aumentar a produtividade e o volume total produzido e conseqüentemente o aumento de resíduos. O método linear de produção é baseado na extração crescente de recursos naturais, em que os produtos a partir desses recursos são utilizados até serem descartados como resíduos, gerando um volume crescente de resíduos especialmente na zona urbana. O objetivo deste estudo foi identificar os produtos e insumos gerados a partir das cinzas no processo de incineração de resíduos urbanos hospitalar e industrial possibilitando a geração de matéria-prima para novos produtos utilizados na indústria especialmente da construção civil, tais como: reaproveitamento das cinzas de resíduo sólido urbano (RSU) para cimento e concreto, cerâmica vermelha, bloco de concreto e tratamento mecânico a seco de escórias de incineração. A incineração além de contribuir com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, na redução de resíduos e reciclagem contribui na geração de energia térmica e elétrica e colabora com a sustentabilidade alavancando a economia circular com menos resíduos refletindo no meio ambiente no consumo consciente e sustentável. A redução na geração de resíduos reduz a necessidade de aterro sanitário e se mostra como uma alternativa para o enfrentamento de atender uma demanda crescente de resíduos urbanos. A economia circular vem para mostrar que é possível incluir no ciclo produtivo do produto novas oportunidades com diversificação de matéria prima e dos insumos de resíduos gerados. O incentivo à coleta seletiva pode e deve contribuir com a sustentabilidade, buscando na geração de resíduo urbano uma gestão de forma eficiente.

Palavras-chave: Incineração; Sustentabilidade; Produção; Tratamento; Processo.

Abstract: After the industrial revolution, due to technological innovations, it was possible to increase productivity and the total volume produced and consequently the increase in waste. The linear method of production is based on the increasing extraction of natural resources, in which products from these resources are used until they are discarded as waste, generating an increasing volume of waste especially in urban areas. The objective of this study was to identify the products and inputs generated from the ash in the process of incineration of hospital and industrial waste, enabling the generation of raw material for new products used in the industry, especially in civil construction, such as: reuse of ash from urban solid waste (MSW) for cement and concrete, red ceramic, concrete block and dry mechanical treatment of incineration slag. Incineration, in addition to contributing to the National Solid Waste Policy, in reducing waste and recycling contributes to the generation of thermal and electrical energy and collaborates with sustainability leveraging the circular economy with less waste reflecting in the environment in conscious and sustainable consumption. The reduction in waste generation reduces the need for sanitary landfills and shows itself as an alternative to

meet a growing demand for urban waste. The circular economy comes to show that it is possible to include new opportunities in the production cycle of the product with diversification of raw materials and waste inputs generated. The incentive to selective collection can and should contribute to sustainability, seeking an efficient management in the generation of urban waste.

Key words: Incineration; Sustainability; Production; Treatment; Process.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Foster, 2016 o processo produtivo interage com o meio ambiente, sobretudo, durante as entradas e saídas de matéria e energia. Até meados do século XVIII, a produção de bens de consumo era feita artesanalmente ou em manufaturas, desta forma, a produção era lenta, pouco intensiva e com baixo volume. Naquela época não se falava em economia circular e sim produção linear, onde, ou seja, extrai-se a matéria prima, produz-se um bem, tal bem é consumido e em seguida descartado. Assim, com o aumento da produção e do consumo, ocorre o aumento da extração de recursos naturais e da deposição de resíduos, provenientes do processo produtivo e dos pós consumo.

Os valores que sustentavam o paradigma de desenvolvimento a qualquer preço se baseavam na produção em larga escala e forte estímulo ao consumo, que consequentemente significavam uma utilização de recursos naturais além do limite de sustentabilidade. A produção em larga escala gerou grande quantidade de resíduos e a necessidade de grandes áreas para sua disposição adequada. Na segunda metade do século XX, os problemas começaram a se agravar, pois a disposição dos resíduos vai desde a definição da tecnologia de tratamento dos resíduos até a disponibilidade física de áreas apropriadas para a destinação final deles. Assim sendo, o mercado e o poder público vêm buscando soluções que aliem atitudes ecologicamente corretas a ações economicamente viáveis (ANDRADE, 2012).

Um dos problemas gerados em relação ao consumismo, é a quantidade de resíduos que são produzidos dentro da sociedade. De acordo com Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) no ano de 2020 o Brasil produziu 82,5 milhões de resíduos. No decorrer do tempo vem se buscando práticas e alternativas para lidar com a geração dos resíduos sólidos. Uma das práticas para a solução foi o surgimento da Política Nacional de Resíduos sólidos urbanos (PNRS) aprovada em 2010, definindo um novo paradigma para a gestão dos resíduos sólidos (ABRELPE, 2021).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12305/10 estabelece um acordo a responsabilidade do ciclo de vida do seu produto e assim motivando a conduta para as questões socioambiental, incluindo as cooperativas de reciclagem no processo da coleta seletiva e na logística reversa. vislumbrando-se o potencial da PNRS em impulsionar mudanças nos processos produtivos das indústrias brasileiras (CIDADES, 2021).

Uma das soluções que visa a reestruturação do modelo produtivo é a Economia Circular, ao propor, em linhas gerais, a reinserção dos materiais no ciclo produtivo, visando minimizar a deposição no ambiente e consequentemente evitando a geração de impactos ambientais negativos. A gestão de resíduos sólidos encontra desafios que se intensificam na medida que o modelo linear de produção e o consumo de bens e serviços acelera o ritmo de descarte de materiais, mas para contrapor esse modelo é necessário focar na extração mínima de recursos e na eficiência máxima, com processos inteligentes e ecologicamente responsáveis (PORTAL da INDÚSTRIA, 2021).

A maior parte dos resíduos urbanos é destinada para aterros sanitários (destinação mais utilizada no mundo), seguida pelos processos de reciclagem, incineração, despejo em lixões e compostagem (FOSTER, 2016). No Brasil maior parte dos resíduos incinerados são os resíduos de serviços de saúde e indústria de grande periculosidade, como os defensivos

agrícolas. De acordo com os dados da ALBREPE (2019), no ano de 2018 os municípios brasileiros recolheram 252.948 toneladas de resíduos de serviço de saúde, onde 42% passam pela incineração.

Por mais que a incineração reduza o volume dos resíduos urbanos, as cinzas geradas através do processo ganham atenção devido a sua composição química. As cinzas produzidas são conhecidas como as cinzas de fundo e as cinzas volantes. As cinzas de fundo são coletadas na base da câmara, constituindo em um tipo de material de escória e as cinzas volantes que consiste no material particulado fino, contendo em sua composição metais pesados e lixiviáveis (FERREIRA et al., 2003).

Mas é importante salientar que a geradora cumpra todas as obrigações ambientais, antes de implantar a incineração, o método de tratamento precisa ter sua viabilidade técnica e ambiental aprovadas por órgãos especializados. Além disso, a queima só pode ser realizada se houver um programa que monitore os riscos de emissão dos gases tóxicos (GOMES,2018).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para a construção do artigo está caracterizada na coleta de dados secundários, sendo realizada a partir do levantamento bibliográfico. Através dos sítios eletrônicos, realizou-se a pesquisa em artigos e dissertações que já foram publicados sobre o tema incineração de resíduos urbanos. De acordo com Souza et al. (2010) os meios de informações eletrônicos têm se tornado um grande avanço para a pesquisa, pois proporcionam o acesso dos pesquisadores aos assuntos que são semelhantes à sua pesquisa em artigos ou dissertações publicadas. Para os levantamentos dos artigos na literatura utilizou base de dados como “Google Scholar”, “SciELO”, Portal de periódicos CAPES, tendo como abordagens trabalhos nacionais e internacionais. Para a revisão foi delimitado um intervalo de tempo, entre as produções de 10 anos e clássicos. Para as buscas dos artigos foram selecionadas palavras chaves e combinações entre elas: incineração de resíduos urbanos, caracterização de resíduos incinerados, cinzas residuais e reaproveitamento de cinzas incineradas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Propriedades físico-químicas das cinzas

Para o processo de reaproveitamento as cinzas produzidas pela incineração passam pelo um processo de caracterização física e química. Geralmente para a caracterização física métodos como granulometria, massa unitária e massa específica. Para a caracterização química se utilizar métodos como fluorescência de raios-x. As cinzas produzidas no processo de incineração são as cinzas de fundo e as cinzas voláteis (LIMA, 2010).

Incineração de resíduo hospitalar

A destinação do lixo hospitalar contaminante e infectante é um dos principais desafios, a Santa Casa de Maceió, o hospital conferiu esta missão à empresa Serquip, que realiza o trabalho de coleta, transporte e incineração dos 600 kg de resíduos deste tipo gerados diariamente pela instituição e suas unidades externas. A incineração é a destruição dos resíduos por combustão (presença de oxigênio), processo que leva a uma redução dos resíduos a cinzas em até 90% do volume inicial a temperaturas superiores a 1.100°C. A redução do volume original do resíduo se reflete até mesmo no aumento da vida útil dos aterros. O hospital segue as normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, do Ministério do Trabalho e Emprego e da Comissão Nacional de Energia Nuclear (SERQUIP, 2020).

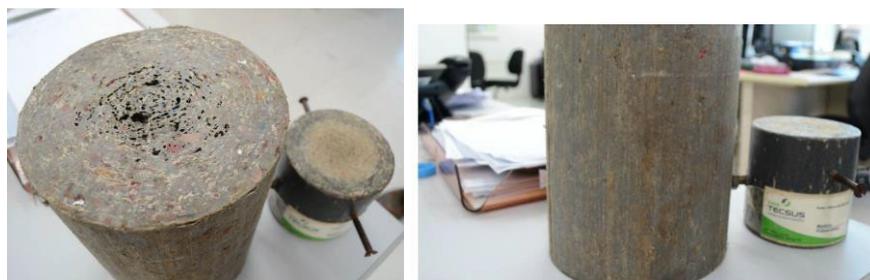
Reaproveitamentos das cinzas de resíduo sólido urbano (RSU) para cimento e concreto Devido a composição química das cinzas conter óxido de cálcio (CaO), dióxido de

silício (SiO_2), óxido de ferro (Fe_2O_3) podem ser utilizadas para a produção de concreto e cimento, devido a semelhança existente do material que é utilizado para a produção. Com essas características é possível realizar a substituição da matéria-prima, por cinzas dos RSU para a produção de cimento Portland (LAM et al., 2010). De acordo com Lu et al., 2020 as cinzas volantes podem ser utilizadas como farinha crua de cimento. No cimento comum o óxido de cálcio precisa ser gerado através da calcinação de calcário em alta temperatura, de modo que o consumo de energia é relativamente alto. As vantagens da utilização das cinzas volantes, são o baixo consumo de energia e a emissão de CO_2 que é reduzida. Cerâmica vermelha

De acordo, com Coutinho, (2014), a Usinaverde instalada apresenta soluções ambientais para a destinação final de RSU através do processo de incineração com geração de energia elétrica. O processo de incineração, a $850\text{ }^\circ\text{C}$, são obtidos de 8 a 10% em volume das duas cinzas, que representam cerca de 80% de cinza de fundo e 20% de cinza volante, na incineração do lixo reduz a emissão para a atmosfera de gases poluentes e/ou produtores do efeito estufa.

Bloco de concreto

Equipamentos que substituem a madeira, o ferro e o concreto em algumas construções civis estão sendo produzidos a partir das cinzas de resíduos urbanos tratados termicamente na Usina Térmica de Roncador, no Centro-Oeste do Estado. Os materiais são produzidos pela Polisint Tecnologia Sustentável Polissintética LTDA. (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2021).



Fonte: Corpo de prova, INSTITUTO ÁGUA e TERRA (2021).

Tratamento mecânico a seco de escórias de incineração

Somente na Alemanha, mais de 5 milhões de toneladas de cinzas são produzidas a cada ano através do aproveitamento energético de resíduos domésticos. Essas cinzas residuais de instalações de incineração de resíduos (escórias de incineração) contêm cerca de 90% de teor mineral, 4 a 8% de metais ferrosos e cerca de 2% de metais não ferrosos. Para a abertura dos meios para a reciclagem de cinzas residuais, é fundamental separar completamente os componentes metálicos. Além da comercialização direta na metalurgia, isso significa reciclar também o alto teor mineral como material alternativo de construção (STEINERT, 2021).

CONCLUSÃO

O presente artigo abordou as diversas aplicações da utilização de cinzas geradas a partir de resíduos urbanos, seja como matéria-prima ou constituinte, para o caso da cerâmica vermelha, bloco de concreto, cimento as cinzas são importantes em estudos e com parâmetros adequados apresentam composições adequadas o uso, obtendo o benefício esperado, e até melhora na composição e resposta na fabricação e posterior uso. Os estudos apresentam boa

perspectiva no quesito geração de energia elétrica, propiciando sustentabilidade na cadeia de valor do resíduo urbano da economia circular, vantagem como menor área para disposição de aterro sanitário e destinação correta em atendimento a legislação ambiental.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, ABRELPE 2019. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019>. Acessado em 01 junho 2022.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, ABRELPE 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso 01 junho 2022.

ANDRADE, Carlos Eduardo Silva. **Desenvolvimento e Resíduos**. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS95TFKK/1/30_jan_2013_dissertacao_cadu_definitiva_eder_e_vanessa_2_03_02_2012.pdf. Acesso em: 02 maio. 2022.

COUTINHO, N. C. Coutinho, C. M. F. Vieira. **Caracterização e incorporação de cinza de resíduo sólido urbano em cerâmica vermelha**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/yMR3NrwJP9bnxkwbLktNJRJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 maio 2022.

FERREIRA, C.; RIBEIRO, A.; OTTOSEN, L. Possible applications for municipal solid waste fly ash. **Journal of hazardous materials**, v. 96, n. 2-3, p. 201-216, 2003.

FOSTER, Allan. **Economia circular e resíduos sólidos: uma revisão sistemática sobre a eficiência econômica, ambiental e**. Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/18/anais/arquivos/115.pdf>. Acesso em: 19 abril. 2022.

GOMES, Carlos Eduardo P. dos Santos. **Resíduo sólido urbano é energia jogada no lixo**. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/coluna_opinioao_-_residuos_urbanos.pdf. Acesso em: 28 abril 2022.

INSTITUTO ÁGUA e TERRA. **Lixo 5.0: empresa produz materiais a partir das cinzas da Usina de Roncador**. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Noticia/Lixo-50-empresa-produz-materiais-partir-das-cinzas-da-Usina-de-Roncador>. Acesso em: 28 abril 2022.

LAM, Charles HK et al. Use of incineration MSW ash: a review. **Sustainability**, v. 2, n. 7, p. 1943-1968, 2010.

Logística Reversa. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/log%C3%ADstica-reversa.html>. Acesso em: 28 abril 2022.

LIMA, Sonia Araújo et.al. **Análise de argamassas confeccionadas com a cinza do bagaço da cana-de-açúcar em substituição ao agregado miúdo**. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/view/8747>. Acesso em: 28 abril 2022.

Lu, Y., Tian, A., Zhang, J., Tang, Y., Shi, P., Tang, Q., & Huang, Y. (2020). **Physical and chemical properties, pretreatment, and recycling of municipal solid waste incineration fly ash and bottom ash for highway engineering: A literature review.** Advances in Civil Engineering, 2020.

PORTAL da INDÚSTRIA. **Economia circular: entenda o que é, suas características e benefícios.** Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/economia-circular/>. Acesso em: 28 abril 2022.

SERQUIP. **Somos líderes na gestão de resíduos.** Disponível em: <http://serquipmg.com.br/>. Acesso em: 28 abril 2022.

STEINERT. **As Eficazes Soluções Steinert De Separação Para O Tratamento Mecânico A Seco De Escórias De Incineração.** Disponível em: <https://steinertglobal.com/br/reciclagem-de-metais/cinzas-de-incineracao-de-lixo/>. Acesso em: 28 abril 2022.

SOUZA, M. T. DE; SILVA, M. D. DA; CARVALHO, R. DE. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein (São Paulo), v. 8, p. 102-106, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eins/a/ZQTBkVJZqcWrTT34cXLjtBx/?lang=pt>. Acesso em: 28 abril 2022.

USINA VERDE: **Empreendimento Econômico e Ecológico.** Disponível em: <https://conexao.ufrj.br/2006/05/usina-verde-empreendimento-economico-e-ecologico/>. Acesso em: 28 abril 2022.