



REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS: LODO DE ETA E CINZA DO BAGAÇO DA CANA NA COMPOSIÇÃO DE MATERIAIS CERÂMICOS.

Isabela Mylena Pedroso SOARES¹
Isadora Aparecida NOZAWA²
Elton Aparecido Prado dos REIS³

RESUMO: O trabalho visa o estudo de resíduos como aditivos para fabricação de um novo material, mediante as pesquisas, visando estudar a argila com aditivo de lodo de ETA e cinzas da cana de açúcar interferem na condutividade térmica quando aplicada na construção civil e arquitetura.

Palavras-chave: Lodo, ETA, Cinza, Material Cerâmico, Conforto Térmico.

1 INTRODUÇÃO

O lodo que provém da estação de tratamento de água (ETA) é caracterizado como um resíduo sólido classe II A pela NBR 10004:2004 e deve receber um descarte ambientalmente adequado, de acordo com a lei nº 12.305 de agosto de 2010. Esta que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

De acordo com Zacan et al. (2015), 2.098 municípios geram lodo em ETA no Brasil. Destes, 1.415 descartam o lodo de maneira incorreta em corpos hídricos. Este dado representa uma taxa de 62,44% e coloca o mesmo como o primeiro destino para o descarte incorreto do lodo no país. Em segundo estão os terrenos com 20,43%.

Existem leis e resoluções para regular e licenciar as atividades potencialmente poluidoras, algumas delas são: as leis 9.433/1997, lei 9.605/1998; e a Resolução do CONAMA nº237/1997. Mas, como várias ETAs foram

¹ Discente do 2º ano do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Antonio Eufrásio de Toledo de Presidente Prudente. Isamylena12@gmail.com. Bolsista do Programa de Iniciação Científica.

² Discente do 2º ano de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” de Presidente Prudente. isanozawa97@gmail.com

³ Docente do curso de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Engenharia de Produção do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. Doutor pelo programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Materiais – POSMAT, com bolsa de auxílio concedida pela FAPESP. elton.reis@toledoprudente.edu.br. Orientador do trabalho.

implementadas antes dessas normas, poucos projetos foram criados para contemplar a destinação adequada do resíduo gerado (ACHON e CORDEIRO, 2015; KATAYAMA, 2012).

Dessa forma, a presente pesquisa problematiza o descarte incorreto do lodo de ETA na composição de um material cerâmico. Assim, o projeto justifica sua importância ao abordar não só a área ambiental, como o da construção civil também. Esta que representa 50% a 70% do volume de resíduos sólidos urbanos gerados (KRUGER e SEVILLE, 2016).

2 METODOLOGIA E OBJETIVOS

Haja vista da problemática apresentada, o trabalho se apresenta como parte de um projeto de Iniciação Científica que, mediante pesquisa bibliográfica e experimental, tem como objetivo: explorar as propriedades que o lodo de ETA junto à cinza proveniente do bagaço da cana pode proporcionar, ao serem incorporadas na fabricação de um material cerâmico. Em vista principalmente, das características voltadas ao conforto térmico.

A cinza do bagaço da cana é considerada no trabalho, pois verifica-se que a mesma pode implicar na geração de poros na estrutura do material. Fato este que confere ao produto final, propriedades semelhantes à da argila expandida, o que torna o resíduo útil na composição de materiais cerâmicos.

2.1 Lodo de ETA

Como dito à princípio, o lodo é caracterizado como um resíduo gerado a partir do processo de tratamento de água bruta realizado nas Estações de Tratamento de Água (ETAs), cujo objetivo é tornar a água bruta adequada para o consumo humano (TEIXEIRA, 2006).

Segundo Chaves (2018), a maioria das ETAs realiza o sistema tradicional de tratamento, no qual consiste nos seguintes processos: captação → coagulação → floculação → decantação → filtração. Ainda de acordo com o autor, a etapa de filtração é a que irá apresentar maior quantidade de matéria orgânica, microrganismos e sedimentos, já que ela é a responsável por realizar a remoção mais precisa das partículas sólidas que restam da etapa de decantação.

Em relação a geração do lodo dentro dos processos comentados acima, Chaves (2018) expõe que, na etapa de decantação, os flocos que foram formados na floculação devido a diminuição da agitação da água nos floculadores, se sedimentam em decorrência do fluxo lento da água. Com isso, esses flocos originam o lodo.

Em relação à composição, Teixeira (2006) explica que os principais elementos que constituem os flocos são: a argila e os minerais finos, estes que variam de acordo com os compostos que foram utilizados no processo de coagulação.

Além da composição química e mineralógica, o lodo de ETA também pode apresentar elementos contaminantes como metais pesados. Teixeira (2006) ainda comenta que a composição do lodo de ETA irá variar de acordo com a região e a época do ano em que o mesmo foi produzido. E devido a essas divergências, é recomendado que o resíduo passe por avaliações preliminares de composição e também de ensaios de lixiviação e solubilização, após a formação do material cerâmico (TEIXEIRA, 2006).

2.2 Cinza do Bagaço da Cana

Cada vez mais, a produção de cana de açúcar cresce no país e proporcionalmente, ocorre o aumento da taxa de resíduo gerado: a cinza do bagaço da cana.

O processo de geração se resume da seguinte forma: a cana de açúcar passa pelo processo de moagem, no qual é extraído o caldo e, conseqüentemente, é gerado o bagaço (cerca de 30% da cana integral moída). Caracterizado como um subproduto, este normalmente é usado como combustível nas caldeiras das usinas de álcool e açúcar. Por fim, com a queima do bagaço, a cinza excede no processo como resíduo (TEIXEIRA, 2006; CORDEIRO et al., 2009).

Em relação a sua composição, a cinza é composta em sua maioria por sílica, cerca de 70%. Além desta, podem estar presentes: carbono, óxidos de cálcio, potássio, sódio e magnésio. Algumas alterações podem ocorrer devido ao tipo de cana (TEIXEIRA, 2006).

Assim como no lodo, Teixeira (2006) ressalta que a composição química e mineralógica da cinza irá influenciar diretamente nas propriedades apresentadas

pelo material cerâmico final. Mesmo que suas concentrações na mistura, cinza e massa cerâmica, sejam idênticas.

2.3 Conforto Térmico

Homeotérmico, o ser humano tende a manter a temperatura interna de seu organismo constante, independentemente das condições climáticas. Entretanto, existem diversos tipos de trocas térmicas que podem ocorrer entre o corpo humano e o meio ao qual o mesmo encontra-se presente, como: condução, convecção, radiação e evaporação. Estes que irão influenciar no conforto térmico do usuário (LAMBERTS et al., 2014).

A NBR 15220-1, define o conforto térmico como: "Satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente" (ABNT, 2005, p.6). Ou seja, o conforto térmico reflete o nível de satisfação do indivíduo com o ambiente térmico que o envolve. Então, se o balanço de todas as trocas de calor ao qual o corpo do usuário está submetido for nulo e a temperatura de sua pele e suor estiverem equilibradas, podemos dizer que o mesmo sente conforto térmico (PROJETEEE, 2021).

Devido às variáveis ambientais que influenciam o conforto térmico, existe uma equação geral que calcula a combinação dessas variáveis: o Voto Médio Predito (PMV). Responsável por traduzir a sensibilidade do ser humano para um valor numérico, o PMV tem o 0 (zero) marco neutro e inicial. Partindo disso, quanto mais negativo for o número, mais frio o indivíduo sente; proporcionalmente, quanto mais positivo o número, maior é o calor sentido pelo indivíduo. A norma ISO 7730 de 2005 recomenda que, em espaços de ocupação que sejam termicamente moderados, o índice PMV esteja na faixa de -0,5 a +0,5. Vale ressaltar também, que todos esses cálculos podem ser realizados por meio do programa: Analysis-CST (LAMBERTS et al., 2014).

Portanto, ao considerarmos o setor da construção civil, temos que a utilização de um material que promova o conforto térmico contribui não só com a questão de bem estar de seu usuário, como também implica em uma maior eficiência energética por parte do edifício. Pois, com um material que promova o conforto térmico, gastos com equipamentos que promovam a melhor 2 sensações

térmica como aquecedores e ar-condicionado, serão reduzidos ou até mesmo, dispensáveis.

3 ETAPAS DO PROCESSO

Cabe ressaltar que a pesquisa está em desenvolvimento. No entanto, em vista das etapas pré-estabelecidas no planejamento de execução do projeto, temos que a parte experimental encontra-se dividida em 03 etapas:

→ Coleta e preparo dos materiais (etapa 01): o lodo foi coletado na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) de Presidente Prudente, esta que é a responsável pela Estação de Tratamento de Água do município. Já a cinza do bagaço da cana foi doada pela empresa Umoe BioEnergy S/A, cuja usina encontra-se localizada no município de Sandovalina, interior do estado de São Paulo.

Após a coleta dos materiais, ambos foram pesados, secos em estufa por um período de 24 horas e a uma temperatura de 110°C e depois, pesados novamente, onde foi observado a redução da massa apresentada por ambos materiais (ver Tabela 01).

Tabela 1: Média da perda de massa dos materiais.

MATERIAL	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)
Argila	10667,72	8730,20
Lodo	80169,17	8737,81

Fonte: Autores.

De acordo com Teixeira (2006), a redução do teor de umidade apresentada pelos materiais é importante, já que o mesmo poderá influenciar diretamente na compactação e densidade à seco no preparo das amostras. Isso se aplica, principalmente, ao lodo pois, de acordo com o autor, o mesmo pode apresentar uma taxa de água de cerca de 90% em sua composição.

→ Formação dos corpos de prova (etapa 02): nesta etapa ocorrerá a formação dos corpos de prova por meio de prensagem. Assim, para diminuir a granulometria apresentada por ambos materiais, o lodo deverá ser submetido ao processo de destorroamento em moinho de martelos MA-880, enquanto que a cinza passará por peneiramento. Feito isso, os materiais serão prensados, separadamente, em uma prensa manual.

Logo, cada uma das amostras deverá ser medida, pesada e levada novamente para estufa por um período de 24 horas a 110°C. Terminada esta etapa, todas as amostras passarão novamente por medição, pesagem e sinterização em forno mufla por 30 minutos a 110°C e depois, por mais 120 minutos a 950°C (estas que são temperaturas semelhantes às aplicadas para queima de cerâmica vermelha).

→ Métodos de Caracterização e Análise (etapa 03): serão realizados testes para verificação da efetividade dos resíduos na incorporação de um material cerâmico. Dessa forma, em vista do objetivo proposto pela pesquisa, a mesma tem como foco o ensaio à flexão de três pontos, este que será realizado na máquina universal de ensaios e o teste de temperatura para conforto térmico, este que será realizado.

4 CONCLUSÃO

Diante de todo o exposto, concluímos que ambos os resíduos trabalhados até o momento, lodo de ETA e cinza do bagaço da cana, apresentam propriedades promissoras. Ricos em matéria orgânica, ambos resíduos possuem fácil acesso também, já que são abundantes no país.

Por fim, além do caráter ambiental que busca promover a reutilização desses resíduos, a pesquisa amplia e estimula também, a aplicabilidade destes resíduos em outras áreas. À exemplo disso está o setor da construção civil, em que sendo positivos os testes pretendidos de temperatura para conforto térmico do material cerâmico, o lodo de ETA passa a ser visto como um material promissor na contribuição do conforto térmico e eficiência energética.

REFERÊNCIAS

ACHON, Cali Laguna; CORDEIRO, João Sérgio. Destinação e disposição final do lodo gerado em ETA - Lei 12.305/2010. **XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento**, p.1-8, 2015.

ASHRAE (2005). **Handbook of Fundamentals. American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers**, New York, USA.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004. 71p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-1: **Desempenho térmico de edificações**. Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005. 12p.

BRASIL. Lei nº. 12.305, de 02 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. Luiz Inácio Lula da Silva. Brasília, DF, 02 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 25 mar. 2021.

CORDEIRO, Guilherme Chagas; et al. **Caracterização de cinza do bagaço de cana-de-açúcar para emprego como pozolana em materiais cimentícios**. Química Nova. v.32, n.1, 2009.

FANGER, P. O.; (1972). **Thermal comfort: analysis and applications In environmental engineering**. McGraw-Hill, New York, USA.

ISO 7730. **Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria**. Suíça: International Organization for Standardization, 2005.

KATAYAMA, Victor Takazi. **Quantificação da Produção de Lodo de Estações de Tratamento de Água de Ciclo Completo: uma análise crítica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

KRUGER, Abe; SEVILLE, Carl. **Construção verde: princípios e práticas na construção residencial**. Adaptação: Sasquia Hizuro Obata; 1.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

LAMBERTS, Roberto; LUCIANO Dutra; PEREIRA Fernando O. R.. **Eficiência energética na arquitetura**. Eletrobras/Procel. 3.ed. Rio de Janeiro, 2014.

PROJETEEE. **Gráfico de Temperatura e Zona de Conforto**. Disponível em: <http://projeteee.mma.gov.br/grafico/grafico-de-temperatura-e-zona-de-conforto/>. Acesso em: 25 mar. 2021.

SABESP. **Tratamento de água.** Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=47>. Acesso em: 12 ago. 2020.

TEIXEIRA, Silvio Rainho. **Caracterização de argilas usadas para a produção de cerâmica vermelha e estudo das alterações nas suas propriedades pela adição de resíduos sólidos.** Tese (Livre-Docência em Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, Presidente Prudente, SP, 2006.

ZACAN, N. P.; et al. Reaproveitamento de resíduos de ETAs, uma nova alternativa para o desenvolvimento sustentável. **VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, p.1-6, 2015