

Tema:
**Neurociência e Inteligência artificial:
As novas interfaces do conhecimento**



O USO DO LODO DE ETA EM MATERIAIS CERÂMICOS

Gabriel Arrais Gomes ZIRONDI¹
Jonathas da Silva BUENO²
Mariane Beloto RIZZI³
Rayanne Donaire de Souza VICENTE⁴
Rodrigo Cezar CRIADO⁵

RESUMO: Este trabalho concentra-se na incorporação de lodo em materiais cerâmicos, destacando seus benefícios como uma prática sustentável na engenharia civil. A geração contínua de resíduos sólidos, especialmente na construção civil, representa um desafio significativo nos dias de hoje. Uma solução eficaz para diminuir esse desperdício de matérias-primas envolve a utilização de materiais ecológicos derivados de resíduos que, de outra forma, seriam inadequadamente descartados. O lodo gerado na Estação de Tratamento de Água (ETA) exemplifica essa prática, com destinações comuns incluindo aterros sanitários, alguns solos ou aplicação na agricultura. A utilização desse lodo na fabricação de produtos cerâmicos traz notáveis vantagens, tanto para a indústria cerâmica como para o meio ambiente. De modo geral, a incorporação de lodo de ETA em materiais cerâmicos representa uma solução que promove a sustentabilidade, beneficia a indústria e contribui para a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Construção civil. Resíduos sólidos. Lodo de ETA. Sustentabilidade. Meio ambiente.

¹ Discente do 2º termo do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. gabrielzirondi2015@gmail.com

² Discente do 2º termo do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. silvajonathas743@gmail.com

³ Discente do 2º termo do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. mariane.beloto@gmail.com

⁴ Discente do 2º termo do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. rayannedonairevicente@gmail.com

⁵ Docente do curso de Engenharia Civil e Arquitetura do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. Mestre/Doutor em Geografia. rodrigo.criado@toledoprudente.edu.br Orientador do trabalho.

1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos é uma prática contínua na atualidade, especialmente no setor da construção civil. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010, Art. 13), os resíduos da construção civil abrangem “aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis”.

Para reduzir o desperdício de matérias-primas, é aconselhável utilizar materiais ecológicos produzidos a partir de resíduos que, de outra forma, seriam descartados, frequentemente em locais inadequados. Nesse contexto, pode-se abordar a utilização do lodo gerado na Estação de Tratamento de Água (ETA), o qual é produzido em grande quantidade e descartado por meio de incineração ou disposto em aterros, ou ainda utilizado na agricultura.

O objetivo deste estudo é contextualizar o processo de incorporação de lodo em materiais cerâmicos e destacar os benefícios dessa abordagem, evidenciando-a como uma prática sustentável na engenharia civil.

2 O LODO DE ETA

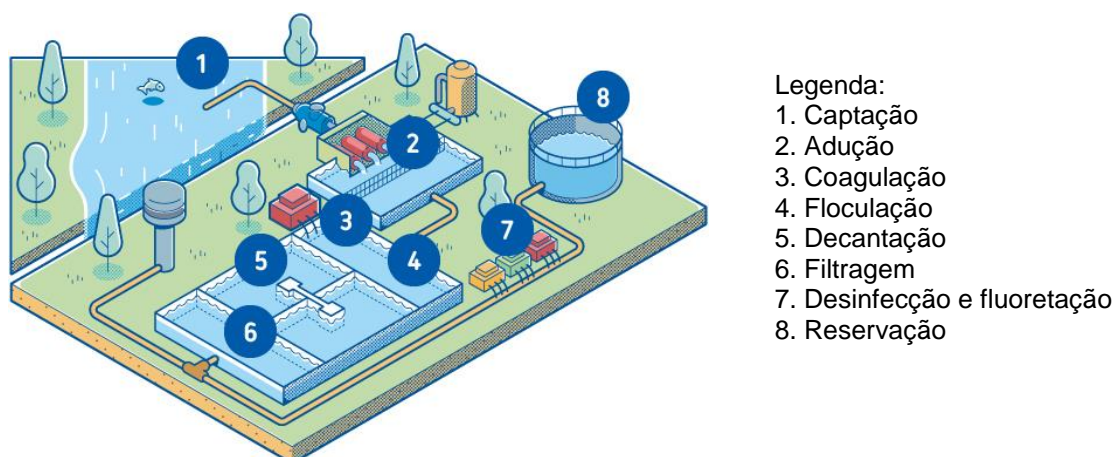
A seguir, será detalhada a forma como o lodo proveniente da ETA é incorporado em materiais cerâmicos e como essa utilização pode trazer benefícios tanto para os consumidores finais dos produtos quanto para o meio ambiente.

2.1 Como é Formado?

O fornecimento de água à população é realizado através da Estação de Tratamento de Água, que tem como principal objetivo assegurar a qualidade da água para consumo humano, garantindo padrões de potabilidade (Conheça [...], 2019).

A água é submetida a um processo de tratamento para torná-la adequada ao consumo nas residências. As etapas principais desse processo incluem coagulação, floculação, decantação e filtração, como demonstrado na imagem a seguir (*Ibid*):

FIGURA 1 – Processos de tratamento de água em uma ETA



Fonte: Conheça [...], 2019.

A água utilizada para o consumo é obtida a partir de fontes naturais, como rios, lagos ou lençóis de água subterrânea. No entanto, em seu estado natural, ela pode conter resíduos sólidos e microrganismos. Portanto, é essencial submetê-la a um processo de tratamento antes do consumo, a fim de prevenir a possibilidade de contaminação por doenças (Conheça [...], 2019).

O tratamento da água tem início com o processo de coagulação, no qual é adicionado um coagulante insolúvel, como o sulfato de alumínio, para aglutinar as pequenas partículas de impurezas e torná-las mais densas. Em seguida, a água passa pela etapa de floculação, na qual ocorre uma agitação mecânica para promover a união das impurezas em flocos maiores e mais pesados que se depositam no fundo do tanque (*Ibid*).

No tanque de decantação, os flocos são separados do restante da água, resultando na acumulação de lodo no fundo dele. Em seguida, a água passa por um processo de filtração, que retém os flocos que não decantaram e outras partículas menores. Após esse estágio, ocorre a correção do pH, a desinfecção e a fluoretação da água, tornando-a adequada para consumo residencial (*Ibid*).

Como mencionado anteriormente, o processo de tratamento de água resulta na formação de lodo na Estação de Tratamento de Água (ETA), composto por flocos de impurezas sedimentados. Após um período definido de retenção no tanque de decantação, é necessária a realização da limpeza do lodo, que é comumente encaminhado para determinados tipos de solo ou destinado a aterros sanitários.

FIGURA 2 – Lodo formado após o processo de decantação da ETA



Fonte: Chaves, 2018.

- Benefícios do seu uso?

No contexto ambiental, a gestão de resíduos sólidos emerge como uma das questões mais urgentes. Há muito tempo, observa-se uma crescente preocupação com os efeitos da expansão da população urbana, o aumento na demanda por produtos, bens e serviços e a constante expansão da atividade industrial, a qual resulta no aumento da produção de resíduos.

Com isso a utilização de blocos cerâmicos com lodo torna-se uma prática que alia sustentabilidade e eficiência econômica, trazendo vantagens tanto para a indústria cerâmica quanto para o meio ambiente. Alguns dos benefícios notáveis incluem (Issac *et al*, 2004 *apud* Bucci, Veiga, Garcia, 2012):

1. Aumento da vida útil das cerâmicas
2. Redução de custos de áreas de reflorestamento
3. Destino adequado e de custo reduzido para o lodo
4. Redução do uso de matéria prima natural
5. Diminuição da poluição dos rios e cursos d'água

Esses benefícios não apenas fortalecem a posição da indústria cerâmica como um setor mais sustentável, mas também contribuem para a preservação do meio ambiente, destacando o potencial ecológico e econômico da utilização de lodo em produtos cerâmicos (Issac *et al*, 2004 *apud* Bucci, Veiga, Garcia, 2012).

Estudos destacaram os benefícios da inclusão de lodo de ETA na produção cerâmica. Esses benefícios compreendem o aumento da resistência mecânica, a redução da absorção de água, a variação dos níveis de porosidade de acordo com o processo de queima, a minimização da retração linear e a diminuição do consumo de matérias-primas naturais (Junior *et al*, 2006 *apud* Bucci, Veiga, Garcia, 2012).

FIGURA 3 – Blocos cerâmicos composto de lodo de ETA



Fonte: Tijolos [...], 2011.

Além disso, a substituição parcial de argila por lodo na fabricação de tijolos pode acarretar uma série de benefícios para a empresa, que dependem de vários fatores, tais como:

1. **Redução de custos de matéria-prima:** Caso o lodo esteja disponível a um custo mais vantajoso em comparação com a argila, a empresa poderá diminuir seus custos de produção, o que, por sua vez, resultaria em margens de lucro mais substanciais (Tijolos [...], 2011).
2. **Benefícios fiscais e incentivos governamentais:** Em determinados casos, o governo pode oferecer incentivos fiscais ou subsídios para empresas que adotam práticas de fabricação mais sustentáveis. Isso pode gerar economias adicionais para a empresa (*Ibid*).
3. **Melhoria da imagem e reputação da empresa:** Ao adotar práticas sustentáveis, a empresa pode aprimorar sua imagem e reputação no mercado, o que tende a resultar em maior confiança por parte

dos consumidores e, conseqüentemente, em uma demanda ampliada por seus produtos (Tijolos [...], 2011).

2.1.1 Estudo de caso

Projeto da Agreste Saneamento em parceria com a Cerâmica São Carlos, em Arapiraca.

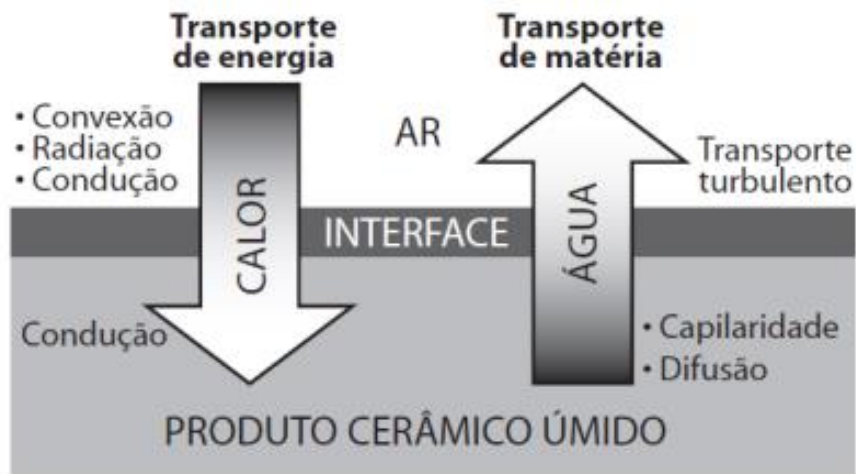
A produção de tijolos utilizando resíduos das Estações de Tratamento de Água (ETAs) surgiu da necessidade de explorar alternativas na obtenção de matérias-primas na construção civil, uma vez que a geração de resíduos é substancial devido à extração dessas matérias-primas (Produção [...], 2020).

Essa iniciativa teve início em 2015, como parte de um projeto conjunto da Agreste Saneamento e da Cerâmica São Carlos, em Arapiraca. Desde então, já foram fabricadas 50 mil unidades de tijolos a partir dos resíduos acumulados nas ETAs, que consistem basicamente nas impurezas removidas durante o tratamento da água (*Ibid*).

Segundo o pesquisador Paulo Firmino, “Os tijolos que tiveram adição apresentaram características muito parecidas com os tijolos matrizes (convencionais), desde a análise visual até a resistência. Essa conclusão é significativa, pois comprova a eficácia do lodo desidratado, que pode representar entre 20% e 30% do material utilizado na produção”. Após o tratamento, o lodo é armazenado em mantas de polipropileno de alta densidade, conhecidas como geobags (*Ibid*).

As peças cerâmicas secas adquirem uma boa resistência mecânica, facilitando o manuseio e reduzindo o risco de quebras. Somente após a secagem é que essas peças estão prontas para suportar as altas temperaturas da queima, sem sofrer danos, como estouros, trincas, empenamentos e quebras que poderiam ocorrer devido à presença de umidade (Alvarenga, 2019, p.17).

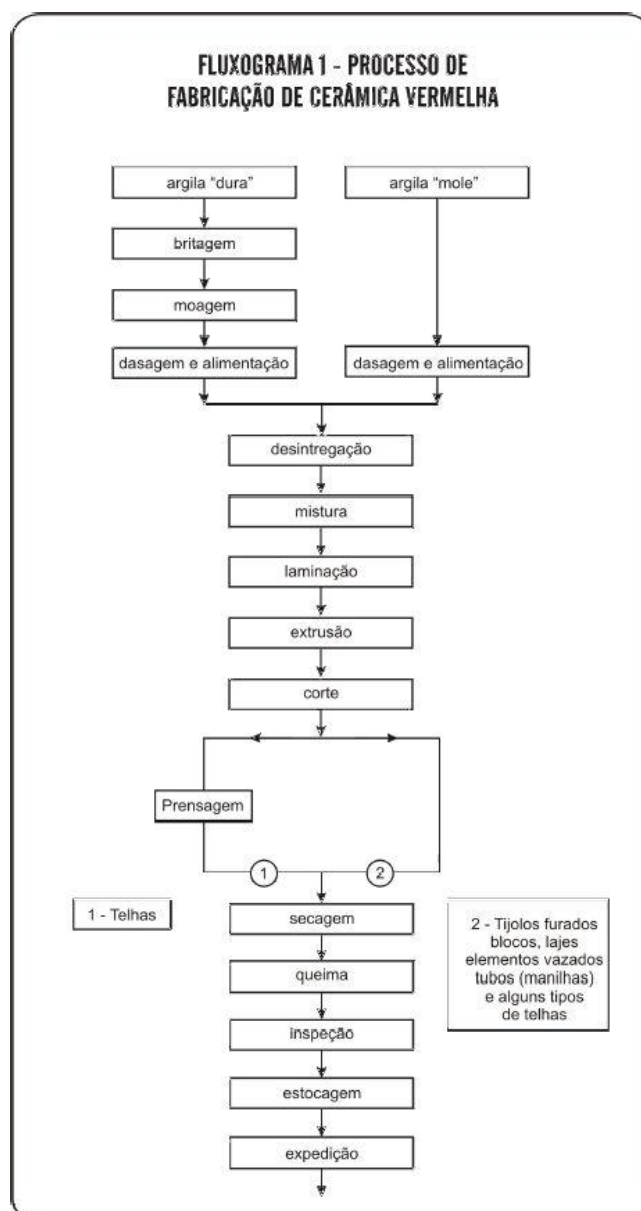
FIGURA 4 – Fluxo de energia e matéria do produto cerâmico



Fonte: Monteiro, 2007 *apud* Alvarenga, 2019, p.17.

Para identificar o momento apropriado para a incorporação do lodo, é fundamental compreender as etapas do processo de produção da cerâmica vermelha, que se dividem da seguinte maneira: pesquisa da jazida (local de exploração), extração da matéria-prima, envelhecimento, preparação da massa, moldagem das peças, secagem, queima, classificação dos produtos e expedição (Paschoal, 2003 *apud* Alvarenga, 2019, p.15).

FIGURA 5 – Fluxograma de produção de cerâmica vermelha



Fonte: Fluxogramas, c2024.

Outro aspecto notável é que as geobags recebem destinação 100% sustentável em outro projeto da empresa, o Agreste Rural, que proporciona benefícios aos pequenos agricultores locais. O pesquisador Paulo Firmino prossegue dizendo que “O geobag é aberto e levado por caçambas lonadas até a cerâmica. O controle é feito a partir de manifestos de resíduos, contendo o volume, o gerador, transportador, destinador final, hora e data. Na cerâmica são utilizados aproximadamente 5% de lodo na massa de cada tijolo produzido” (Produção [...], 2020).

3 CONCLUSÃO

Portanto, pode-se concluir que incorporação parcial de lodo na produção de tijolos é uma estratégia que pode trazer notáveis benefícios financeiros e ambientais para as empresas. Essa prática pode reduzir os gastos com matéria-prima, auxiliar no cumprimento de regulamentações ambientais, potencialmente assegurar incentivos fiscais e melhorar a reputação das empresas. No entanto, é fundamental conduzir uma análise completa dos custos e benefícios, levando em consideração o impacto na qualidade do produto e na eficiência do processo de fabricação. Isso permite que as empresas tomem decisões embasadas que resultarão em vantagens financeiras sustentáveis e um posicionamento competitivo duradouro.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, José Mauro Corrêa. **Uso de lodo gerado em estação de tratamento de água na fabricação de bloco cerâmico ecológico para uso em construções rurais**. 2019. 74 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/11426/ALVARENGA_Jos%C3%A9_2019.pdf?sequence=5. Acesso em: 06 de nov. de 2023.

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. **Das diretrizes aplicáveis aos resíduos sólidos**: Disposições preliminares. Brasília, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 30 out. 2023.

BUCCI, Ana Flávia; VEIGA, Vinicius Mendes; GARCIA, Yasmin Kethurin Barbosa Garcia. **Utilização de lodo de tratamento de água (ETA) na construção civil**. 2012. UNICAMP. Disponível em: <https://prp.unicamp.br/pibic/congressos/xxcongresso/paineis/000189.pdf>. Acesso em: 30 de out. de 2023.

CHAVES, Felipe Pires. **Estudo da influência do lodo de ETA e da cinza do bagaço da cana nas propriedades de materiais cerâmicos**. 2018. 86 f. Monografia Graduação (Bacharel em Engenharia Civil) - Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo de Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2018. Disponível em: <http://inter temas.toledoprudente.edu.br/index.php/ArqEng/article/view/7536/67648019>. Acesso em: 06 de nov. de 2023.

CONHEÇA as etapas do processo de tratamento da água. **Saneamento em Pauta por BRK**, 2019. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/etapas-tratamento-de-agua>. Acesso em: 06 de nov. de 2023.

FLUXOGRAMAS. **Associação Brasileira de Cerâmica ABCERAM**, c2024. Disponível em: <https://abceram.org.br/fluxograma/>. Acesso em: 07 de nov. de 2023.

TIJOLOS e Meio Ambiente. **Econexos por Ecomeninas**, 2011. Disponível em: <http://ecomeninas.blogspot.com/2011/04/tijolos-e-meio-ambiente.html>. Acesso em: 07 de nov. de 2023.

PRODUÇÃO de tijolos com resíduos do tratamento da água é tema de pesquisa acadêmica. **Tribunahoje.com**, 2020. Disponível em: <https://tribunahoje.com/noticias/interior/2020/09/10/31964-producao-de-tijolos-com-residuos-do-tratamento-da-agua-e-tema-de-pesquisa-academica>. Acesso em: 30 de out. de 2023.