

RECICLAGEM DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM MATERIAIS CIMENTÍCIOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO

LUIZA BEATRIZ GAMBOA ARAÚJO MORSELLI¹; JÉSSICA TORRES DOS SANTOS²; MAURÍZIO SILVEIRA QUADRO⁴; ROBSON ANDREAZZA⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – luiza_morselli@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – jessica_jesantos@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – mausq@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – robsonandreazza@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A água potável, apesar de ser um direito à vida e fundamental para sua manutenção (HOWE *et al.*, 2016; RAKOVIC *et al.*, 2020), acaba por gerar um resíduo em seu processo de potabilização, o lodo de estação de tratamento de água (LETA). Classificado como um resíduo de serviço de saneamento e como resíduo sólido de Classe IIA, o LETA é produzido constantemente pelas estações de tratamento e necessita de tratamento antes de seu descarte no meio ambiente (ABNT, 2004; BRASIL, 2010; MARASCHIN *et al.*, 2020).

O LETA costuma ser descartado em corpos hídricos, inclusive os do próprio local de captação de água bruta, acarretando assoreamento, turbidez, toxicidade, eutrofização da água e contaminação do solo. A dificuldade de sua reciclagem se dá por características como elevada umidade, elevada quantidade de sólidos, elevada concentração de metais, presença de metais pesados e pelo alto custo financeiro no seu transporte e tratamento (RICHTER, 2001).

O volume gerado de LETA é diretamente proporcional à dosagem dos produtos químicos para coagulação, que podem ser sais de alumínio e ferro e polímeros orgânicos sintéticos (HOWE *et al.*, 2016; RICHTER, 2001). As características desse resíduo variam conforme intensidade pluviométrica, a qualidade da água bruta, os processos e produtos químicos utilizados no tratamento de água (RAMIREZ *et al.*, 2018).

No entanto, o LETA pode ser convertido em matéria-prima ambientalmente correta para a fabricação de materiais para a construção civil (GOMES *et al.*, 2019; MYMRIN *et al.*, 2019). Devido à similaridade das propriedades mineralógicas e de composições físico-químicas dos materiais de construção civil com o LETA, esse último demonstra um grande potencial de reciclagem na indústria da construção civil (CREMADES; CUSIDÓ; ARTEGA, 2018).

Deste modo, objetivou-se efetuar uma revisão de literatura sobre as últimas pesquisas com o emprego de LETAs em materiais cimentícios para a construção civil. Para tanto, procurou-se por artigos científicos publicados nos últimos cinco anos em bases de pesquisa online.

2. METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho foi feita uma revisão de literatura acerca do assunto explicitado, através de pesquisas em livros, e em artigos científicos publicados nos últimos cinco anos. Utilizou-se a biblioteca online no sistema *pergamum* da UFPEL, o portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o portal *ScienceDirect* (ELSEVIER), com as seguintes palavras-chave: “water treatment plant sludge” e

“building materials”. Selecionou-se artigos com data de publicação para os últimos cinco anos através dos filtros de pesquisa disponíveis. Os artigos mais relevantes foram analisados conforme a quantidade de aplicação do lodo, seus principais resultados e as influências do resíduo para a qualidade dos produtos obtidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados diversos artigos em torno do uso de lodo de ETA, no entanto foram selecionados 10 sobre o uso do resíduo em materiais cimentícios para esta análise, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Fabricação De Materiais Cimentícios Com Uso De LETA	
Autores das pesquisas	Emprego do lodo
Alexandre; Luz (2020)	Substituição parcial de cimento
Andrade <i>et al.</i> (2018)	Agregado fino para argamassa
Buselatto <i>et al.</i> (2019)	Agregado miúdo em concretos
Godoy <i>et al.</i> (2019)	Material cimentício suplementar
Gomes <i>et al.</i> (2020)	Compósitos cimentícios
González <i>et al.</i> (2020)	Argamassa hidráulica
Hagemann <i>et al.</i> (2019)	Material cimentício suplementar
Liu <i>et al.</i> (2020)	Blocos de pavimentação de concreto
Ruviaro <i>et al.</i> (2020)	Material cimentício suplementar
Tafarel <i>et al.</i> (2016)	Concreto não estrutural

GOMES *et al.* (2019) em uma revisão a respeito do progresso da aplicação do LETA em materiais para a construção civil, afirmaram que até 5% de uso do resíduo foi considerado ideal em materiais cimentícios. Tanto na pesquisa de BUSELATTO *et al.* (2019) quanto na de TAFAREL *et al.* (2016) foi possível substituir o agregado miúdo por LETA na dosagem de 5% em concretos. Para ANDRADE *et al.* (2018), a incorporação de 2,5 e 5% do resíduo foram satisfatórias conforme normas brasileiras de argamassa. Entretanto, algumas pesquisas atingiram valores maiores na incorporação do resíduo. Como foi o caso de GONZÁLEZ *et al.* (2020), com o uso de 10% LETA em argamassa hidráulica, LIU *et al.* (2020), onde foi possível utilizar até 10% do resíduo com substituto ao agregado miúdo em blocos de pavimentação e ALEXANDRE; LUZ (2020), que incorporaram 20% de LETA em substituição parcial de cimento Portland e obtiveram bons desempenhos e resultados mecânicos.

Para GOMES *et al.* (2020) foi possível incorporar entre 1 e 2% do resíduo em compósitos cimentícios, com a obtenção de resistências mecânicas e calor de hidratação satisfatórios. HAGEMANN *et al.* (2019) utilizaram lodo calcinado a 700°C e alcançaram melhores resultados de potencial pozolânico com o uso de 15% de LETA em substituição ao cimento Portland, já RUVIARO *et al.* (2020) obtiveram resultados com o uso de até 25% de LETA em pastas cimentícias. Para GODOY *et al.* (2019), GONZÁLEZ *et al.* (2020) e RUVIARO *et al.* (2020), o LETA possui características de material pozolânico, podendo ser utilizado na indústria do cimento.

As principais influências observadas nas pesquisas, conforme se aumentava a adição de LETA nos produtos, foram a perda de resistência mecânica dos produtos obtidos, aumento de porosidade, aumento de absorção de água e interferência na relação água/cimento. (ANDRADE *et al.*, 2018, BUSELATTO *et al.*, 2019; GOMES *et al.*, 2020; TAFAREL *et al.*, 2016). Para ANDRADE *et al.* (2018) o

LETA possui potencial comercial considerável quando incorporado ao Cimento Portland e pode ser utilizado como uma alternativa sustentável para uso na indústria da construção civil.

4. CONCLUSÕES

A utilização do LETA na fabricação de materiais cimentícios para a construção civil tem se mostrado promissora, apesar de influenciar as propriedades dos produtos com o aumento de sua adição. No entanto, dosagens menores e mais adequadas podem ser utilizadas, promovendo um destino ambientalmente correto ao resíduo, evitando impactos ambientais decorrentes de seu descarte inadequado. O uso de LETA na construção civil ainda evita a extração de matérias-primas para a indústria da construção civil. Essa revisão de literatura abre campo para pesquisas de reciclagem do resíduo em materiais para construção civil.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRE, E.; LUZ, C. A. da. Substituição parcial do cimento CPV-ARI por lodo de estação de tratamento de água (ETA). **Revista Matéria**. e-12586, 2020.
- ANDRADE, J. J. de O.; WENZEL, M. C.; ROCHA, G. H. da; SILVA, S. R. da. Performance of rendering mortars containing sludge from water treatment plants as fine recycled aggregate. **Journal Of Cleaner Production**, v. 192, p.159-168, ago. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos Sólidos: Classificação**. Rio de Janeiro, 2004
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2010.
- BUSELATTO, D. M.; WENZEL, M. C.; ROCHA, G. Holsbach da; WEBBER, J.; SILVA, S. R. da; ANDRADE, J. J. de O.. Incorporação de lodo de estação de tratamento de água (ETA) como agregado miúdo em concretos: avaliação das propriedades físico-mecânicas. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 24, n. 1, p. 1-21, 2019.
- CREMADES, L. V.; CUSIDÓ, J. A.; ARTEAGA, F. Recycling sludge from drinking water treatment as ceramic material for the manufacture of tiles. **Journal of Cleaner Production**, v. 201, p.1071-1080, 2018.
- GODOY, L. G. G. de; ROHDEN, A. B.; GARCEZ, M. R.; COSTA, E. B. da; DALT, S. Da; ANDRADE, J. J. de O.. Valorization of water treatment sludge waste by application as supplementary cementitious material. **Construction And Building Materials**, v. 223, p.939-950, out. 2019.
- GOMES, S. de C.; ZHOU, J. L.; LI, W.; LONG, G.. Progress in manufacture and properties of construction materials incorporating water treatment sludge: a review. **Resources, Conservation And Recycling**, v. 145, p. 148-159, jun. 2019.
- GOMES, S. de C.; ZHOU, J. L.; LI, W.; QU, F.. Recycling of raw water treatment sludge in cementitious composites: effects on heat evolution, compressive strength and microstructure. **Resources, Conservation And Recycling**, v. 161, n. 145, p. 148-159, out. 2020.
- GONZÁLEZ, K. B.; PACHECO, E.; GUZMÁN, A.; PEREIRA, Y. A.; CUADRO, H. C.; VALENCIA, J. A. F.. Use of sludge ash from drinking water treatment plant in hydraulic mortars. **Materials Today Communications**, v. 23, p. 100930, jun. 2020.
- HAGEMANN, S. E.; GASTALDINI, A. L. G.; COCCO, M.; JAHN, S. L.; TERRA, L. M. Synergic effects of the substitution of Portland cement for water treatment plant

sludge ash and ground limestone: Technical and economic evaluation. **Journal of Cleaner Production**. nº214, pg. 916-926. Passo Fundo, 2019.

HOWE, K. J.; HAND, D. W.; CRITTENDEN, J. C.; TRUSSELL, R. R.; TCHOBANOGLIOUS, G.. **Princípios de tratamento de água**. São Paulo. Cengage Learning, 2016.

LIU, Y.; ZHUGE, Y.; CHOW, C. W. K.; KEEGAN, A.; LI, D.; PHAM, P. N.; HUANG, J.; SIDDIQUE, R.. Utilization of drinking water treatment sludge in concrete paving blocks: microstructural analysis, durability and leaching properties. **Journal Of Environmental Management**, v. 262, n. 110352, p. 1-9, maio 2020.

MARASCHIN, M.; FERRARI, K. F. S. H.; SILVA, A. P. H. da; CARISSIMI, E.. Aluminum Sludge thickening: Novel helical pipes for aggregation by dual flocculation and thickening by filtration applied to water treatment plants. **Separation and Purification Technology**. n. 241, 2020.

MYMRIN, V.; HACKBART, F. M.; ALEKSEEV, K.; AVANCI, M. A.; WINTER JR. E.; MARINHO, G. P.; IAROZINSKI A. N.; CATAI, R.. E. Construction wastes use to neutralize hazardous municipal water treatment sludge. **Construction And Building Materials**, v. 204, p.800-808, abr. 2019.

RAKOVIĆ, B.; SAGATOVA, A.; VUJEIĆ, I.; MASIC, S.; VELJOVIC, D.; PAVICEVIC, V.; KAMBEROVIC, Z.. Utilization of gamma and e-beam irradiation in the treatment of waste sludge from a drinking water treatment plant. **Radiation Physics and Chemistry**. nº177 Septiembre, 2020.

RAMIREZ, K. G.; POSSAN, E.; BITTENCOURT, P. R. S.; CARNEIRO, C.; COLOMBO, M.. Physico-chemical characterization of centrifuged sludge from the Tamanduá water treatment plant (Foz do Iguaçu, PR) **Revista Matéria**, V.23. nº 03. Rio de Janeiro, 2018.

RICHTER, C.A. **Tratamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água**. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 2001.

RUVIARO, A. S.; SILVESTRO, L.; SCOLARO, T. P.; PELISSER, F.; GLEIZE, P. J. P.. Incorporação de lodo calcinado de estação de tratamento de água como material cimentício suplementar. **Ambiente Construído**, v. 20, n.4, p.243-260, dez. 2020.

TAFAREL, N. F.; MACIOSKI, G.; CARVALHO, K. Q. de; NAGALLI, A.; FREITAS, D. C. de; PASSIG, F. H. Avaliação das propriedades do concreto devido à incorporação de lodo de estação de tratamento de água. **Revista Matéria**, artigo 11759, pp.974-986, 2016.