

INCORPORAÇÃO DE LODOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM AGREGADOS LEVES EXPANDIDOS: VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS PARA PROMOÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

Rafael Ávila Matos Cardoso¹; Amanda Maria Dantas de Jesus²; Alessandro Sanches Pereira³; Ayodeji Jabar Adebisi⁴; Fabiana Alves Fiore⁵

¹ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" . (rafael.avila@unesp.br).

² Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". (amandaufscar@gmail.com).

³ Curtin University Sustainability Policy Institute, Perth – WA – Australia.
(alessandro.sanchespereira@curtin.edu.au).

⁴ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". (adebisi.ayodeji@unesp.br).

⁵ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". (fabiana.fiore@unesp.br).

Lodos de estação de tratamento de água (WTPS) representam um desafio ambiental crescente, com altas taxas de geração e limitadas vias de reutilização sustentável. Este estudo investiga a valorização de lodos à base de alumínio (WTPS-Al) e ferro (WTPS-Fe) por meio da incorporação em agregados leves de argila expandida (LECA), atrelado aos princípios da economia circular e reduzindo a dependência de recursos de argila virgem. A produção experimental utilizou ensaios preliminares seguidos de otimização utilizando o planejamento experimental de Doehlert. A argila foi parcialmente substituída por 10–90% de WTPS, com adições de serragem de 3–7% e tempos de cura variando de 3 a 15 dias. Os corpos de prova foram queimados a 900 °C por 12 horas e o desempenho avaliado através de ensaios de resistência à compressão e análise de absorção de água e comparadas com LECA comercial. A caracterização geoambiental mostrou densidades de 2,06 g/cm³ para o WTPS-Al e 2,75 g/cm³ para o WTPS-Fe, teores de umidade de 481,22% e 266,96%, respectivamente, e teores de matéria orgânica (7,66% e 3,15%), confirmando sua adequação para processamento cerâmico. Testes preliminares demonstraram que o tempo de cura melhorou o desempenho mecânico. Com 25% de incorporação de WTPS-Al e 72 h de cura, a resistência à compressão atingiu 2462 N, acima da média comercial de 865 N para o LECA. A incorporação de lodo ($\geq 75\%$) causou falha prematura. A absorção de água variou de 28,04% a 71,06% para o WTPS-Al e de 17,94% a 61,34% para o WTPS-Fe, comparadas a 0 –7,51% para agregados comerciais. Resultados da otimização demonstraram que o teor de lodo, o tempo de cura e a adição de serragem influenciaram na resistência à compressão, explicando 77,6% da variabilidade da resistência para o WTPS-Al e 72,9% para o WTPS-Fe. Formulações contendo até 70% de WTPS e cura prolongada atingiram resistências à compressão superiores ao desempenho do LECA comercial, demonstrando a viabilidade técnica da alta incorporação de lodo. De modo geral, os resultados confirmam que o WTPS pode ser valorizado com sucesso em agregados leves, com formulações otimizadas. Essa abordagem oferece uma solução sustentável para o gerenciamento de resíduos, capaz de desviar quantidades significativas de lodo do descarte em aterros sanitários, reduzir a extração de matéria-prima e apoiar a construção sustentável. Os resultados demonstram um forte potencial para aplicação industrial, embora sejam recomendadas pesquisas adicionais para avaliar a durabilidade a longo prazo, a segurança ambiental e a viabilidade da produção em larga escala.

Palavras-chave: lodo de ETA; argila expandida; agregados leves; otimização experimental; sustentabilidade.

Agradecimentos: Este projeto foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Processo: 2020/12230-4). Ayodeji Jabar Adebisi também agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Processo: 2024/06826-2). O autor principal recebeu uma bolsa de pesquisa do Instituto I-17. Gostaríamos também de agradecer ao Instituto de Estudos Avançados do Mar - IEAmar/UNESP.