

## TRANSFORMAÇÃO DE RESÍDUOS DE MINERAÇÃO EM MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO – ESTUDO EXPLORATÓRIO DE ABORDAGENS.

Mônica da Cunha e Silva <sup>1</sup>

Isabela Machado de Almeida<sup>2</sup>

### Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

#### *Resumo*

A redução da geração de resíduos das atividades extrativistas, como a mineração e fabricação de materiais de construção, é um dos temas adotados pela agenda da sustentabilidade. Objetivo: A proposta desse trabalho é investigar as produções acadêmicas para embasar a compatibilidade entre essas duas atividades econômicas para a produção de esforços votados à redução da geração de resíduos. Metodologia: Os conceitos de resíduo zero (Zero Waste) e de Simbiose Industrial (Industrial Simbiosys) são apresentados para fomentar a discussão da possibilidade da integração entre as atividades econômicas objeto desse estudo, bem como materiais acadêmicos abordando uso de resíduos da construção civil, gestão e reaproveitamento de resíduos de mineração. Resultados: A preocupação com a redução da geração de resíduos é presente tanto na indústria da construção civil como na mineração. Resíduos inertes da mineração são compatíveis com as necessidades de materiais de construção. Concluiu-se que a compatibilidade de volumes gerados e características dos insumos demandados com os ofertados tornam os estudos empregando resíduos de mineração na construção civil um campo oportuno para estudos para o desenvolvimento de atividades sinérgicas entre as atividades estudadas.

**Palavras-Chave:** Resíduos de mineração, Construção Civil, Simbiose Industrial.

<sup>1</sup>Mestranda em Engenharia Civil. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) – Departamento de Engenharia Civil, [engcivi.monica@gmail.com](mailto:engcivi.monica@gmail.com).

<sup>2</sup>Mestranda em Engenharia Civil. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) – Departamento de Engenharia Civil, [imachado2192@gmail.com](mailto:imachado2192@gmail.com).

## INTRODUÇÃO

A construção civil é apontada como um setor que consome quantidades vultuosas de recursos naturais e energia, cuja maioria dos materiais é extraída do solo de tal maneira que a exploração desses recursos causam problemas ambientais significativos, além dos impactos crescentes com transporte, uma vez que os centros consumidores estão ficando cada vez mais distantes dos locais de obtenção dos recursos necessários à indústria da construção civil (VENKATARAMA REDDY et al., 2016). Uma alternativa para a redução dos impactos mencionados é o uso de resíduos de outras atividades como matéria prima para a indústria da construção, que é o caso dos rejeitos inertes da mineração pois ambas atividades se encontram na mesma escala de consumo de recursos naturais e geração de impactos ambientais (YELLISHETTY et al., 2008).

Estudos envolvendo a produção de materiais de construção com resíduos em geral apresentam um volume chamativo de produção (MURMU; PATEL, 2018), incluindo estudos empregando resíduos da mineração (AZNAR-SÁNCHEZ et al., 2018). A compatibilidade entre a oferta de resíduo de uma atividade, que passa a ser material demandado por outra é fator decisório na escolha de alternativas produtivas envolvendo a simbiose industrial (CHERTOW, 2000). O objetivo desse trabalho é trazer os estudos envolvendo o desenvolvimento de materiais de construção fabricados com resíduos da mineração abordando as questões da economia circular: a simbiose industrial e a política de resíduo zero.

## METODOLOGIA

Para embasar a discussão sobre estratégias envolvendo a redução de impactos ambientais gerados pelas atividades de mineração e construção civil, foi realizada busca por artigos abordando possibilidades de estratégias corporativas voltadas para a sustentabilidade. Também foram realizadas buscas por trabalhos acadêmicos abordando o emprego de resíduos na fabricação de artefatos de construção civil e gestão sustentável de resíduos na mineração. Da literatura obtida, foram selecionados os artigos de autores de maior relevância para a definição dos conceitos de Simbiose Industrial e Resíduo Zero e, para a discussão acerca da produção científica artigos de revisão bibliográfica recente e relevante.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos artigos selecionados foram encontradas citações a Zaman (2015) para os assuntos relativos à redução da geração de resíduos (zero waste management) e a Chertow (2000) para a definição de simbiose industrial. Dois artigos com revisão bibliográfica robusta foram incluídos nesse estudo, o primeiro abordando a produção de blocos de construção sustentáveis (MURMU; PATEL, 2018) e o segundo discutindo a gestão sustentável de resíduos de mineração (AZNAR-SÁNCHEZ et al., 2018). Também foi incluído um estudo de caso (YELLISHETTY et al., 2008), outro discutindo a pesquisa e desenvolvimento de produtos de alvenaria com resíduos sólidos não orgânicos (VENKATARAMA REDDY et al., 2016) – ambos na Índia – e uma tese de doutorado para exemplificar a aplicação no contexto nacional.

O conceito de simbiose industrial descreve a relação sinérgica entre duas ou mais indústrias, envolvendo intercâmbio de recursos (materiais e energia, por exemplo), de maneira mutuamente benéfica em que os benefícios coletivos são maiores que a soma dos benefícios individuais, assim, gerando oportunidades de negócios economicamente atraentes e ambientalmente benéficas (CHERTOW, 2000). Já a gestão para a geração de zero resíduo parte da eco efetividade para atingir ao máximo da eco eficiência (ZAMAN, 2015). A eco efetividade trata da busca pelo desenvolvimento de atividades de ciclo completamente fechado, com total retroalimentação e sem necessidade de extração de recursos naturais e deposição de resíduos, já a eco eficiência é um modelo mais adequado às relações de consumo atuais, na qual se busca reduzir o impacto e diminuir os custos das atividades já existentes (BRAUNGART; MCDONOUGH; BOLLINGER, 2007).

No artigo de revisão de bibliografia sobre a produção de blocos de construção sustentáveis foram levantados 43 artigos usando resíduos dos quais apenas 8 são originários das atividades de mineração, o que chama a atenção é o uso desses resíduos para a fabricação de diferentes tipos de blocos, tais como cerâmicos, autoclavados e estabilizados por compressão (MURMU; PATEL, 2018). O pouco uso de rejeitos de mineração na construção é confirmado no artigo levantamento de estudos sobre estratégias de gerenciamento em que se menciona a estratégia de reuso na gestão de resíduos, apesar da pouca menção a contribuições sociais e econômicas (AZNAR-SÁNCHEZ et al., 2018), confirmando o exposto por Zaman (2015).

A tese nacional selecionada para essa discussão (ANDRADE, 2014) traz a caracterização dos rejeitos de mineração de ferro tanto in natura quanto separados visando sua aplicação na construção civil, as possibilidades de uso elencadas pela autora são compatíveis com o exposto por Yellishetty et al. (2008) e Venkatarama Reddy et al. (2016) em que se afirma o potencial como substituto de agregados naturais, adição em concreto de alto desempenho e uso na produção de blocos cerâmicos e de terra crua. Além disso, a relevância do material nacional selecionado se dá pela demonstração da adequação das estratégias de construção

sustentável ao contexto local, pois o problema do deslocamento das populações para os centros urbano, elevando a demanda por habitação e, conseqüentemente, materiais de construção precisa ser mitigado pela redução dos impactos gerados pela indústria da construção civil.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das leituras selecionadas, foi oportunizado o contato com os conceitos de simbiose industrial e de geração zero de resíduo e o conhecimento do cenário da fabricação de produtos de construção empregando resíduos da mineração. Assim, pode-se inferir a presença de uma lacuna de pesquisa abordando os aspectos econômicos e sociais das ações voltadas para o desenvolvimento sustentável das atividades da indústria da construção civil e da atividade de mineração, apesar da compatibilidade entre as necessidades técnicas como características físicas e químicas e a escala de produção.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, L. C. R. de. (2014). *Caracterização de rejeitos de mineração de ferro, in natura e segregados, para aplicação como material de construção civil* (Universidade Federal de Viçosa). Retrieved from <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/6664>
- Aznar-Sánchez, J., García-Gómez, J., Velasco-Muñoz, J., & Carretero-Gómez, A. (2018). **Mining Waste and Its Sustainable Management: Advances in Worldwide Research.** *Minerals*, 8(7), 284. <https://doi.org/10.3390/min8070284>
- BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W.; BOLLINGER, A. **Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions—a strategy for eco-effective product and system design.** *Journal of cleaner production*, v. 15, n. 13–14, p. 1337–1348, 2007.
- Chertow, M. R. (2000). **INDUSTRIAL SYMBIOSIS: Literature and Taxonomy.** *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), 313–337. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.313>
- Murmu, A. L., & Patel, A. (2018). **Towards sustainable bricks production: An overview.** *Construction and Building Materials*, 165, 112–125. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.038>
- Venkatarama Reddy, B. V., Hemanth Kumar, H., Ullas, S. N., & Gourav, K. (2016). **Non-organic solid wastes - potential resource for construction materials.** *Current Science*. <https://doi.org/10.18520/cs/v111/i12/1968-1976>
- Yellishetty, M., Karpe, V., Reddy, E. H., Subhash, K. N., & Ranjith, P. G. (2008). **Reuse of iron ore mineral wastes in civil engineering constructions: A case study.** *Resources, Conservation and Recycling*, 52(11), 1283–1289. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.07.007>
- Zaman, A. U. (2015). **A comprehensive review of the development of zero waste management: Lessons learned and guidelines.** *Journal of Cleaner Production*, 91, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.013>