

DESTINAÇÃO SUSTENTÁVEL PARA A ARGILA SIDERÚRGICA DA CSP*

*Umberto Sales Mazzei¹
Leonardo Luiz Siqueira Mathias²
Paulo de Melo Macedo³
Bruno Vieira Bertoncini⁴
George Vasconcelos Goes⁵*

Resumo

É crescente o interesse sobre sustentabilidade e abordagens referentes a produção mais limpa, controle da poluição, ecoeficiência, gestão ambiental, responsabilidade social, ecologia industrial, investimentos éticos, economia verde, eco design, reuso, consumo sustentável e resíduos zero. A argila siderúrgica, também denominada lama de altoforno, é um resíduo sólido, oriundo da lavagem de gases produzidos pelo alto forno. O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da incorporação da argila siderúrgica da CSP na fabricação de tijolos de cerâmica. Os resultados mostram que o cliente poupou recursos naturais e obteve vantagem competitiva resultante da economia de recursos financeiros com a extração da matéria prima e de combustível para o forno. A CSP conseguiu uma destinação ambientalmente mais sustentável em comparação com o envio para aterros.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Argila Siderúrgica; Coprodutos.

SUSTAINABLE DESTINATION FOR THE CSP BLAST FURNACE SLUDGE

Abstract

The interest in sustainability is growing and approaches about cleaner production, pollution control, eco-efficiency, environmental management, social responsibility, industrial ecology, ethical investments, green economy, eco-design, reuse, sustainable consumption and zero waste. The Blast Furnace Sludge, is a solid residue from the blast furnaces. This work aims to evaluate the effect of the incorporation of CSP Blast Furnace Sludge in the manufacture of ceramic bricks. The results show that the customer saved natural resources and obtained a competitive advantage resulting from the saving of financial resources with the raw material extraction and fuel for its furnace. CSP achieved an environmentally more sustainable destination compared to landfilling.

Keywords: Sustainability; Blast Furnace Sludge; Byproducts.

¹ Mestre em Engenharia de Transportes, Analista de Vendas Especiais, Companhia Siderúrgica do Pecém, São Gonçalo do Amarante, Ceará, Brasil.

² Mestre em Engenharia Naval, Analista de Assistência Técnica, Companhia Siderúrgica do Pecém, São Gonçalo do Amarante, Ceará, Brasil.

³ Engenheiro Químico, Coordenador de Vendas Especiais, Companhia Siderúrgica do Pecém, São Gonçalo do Amarante, Ceará, Brasil.

⁴ Doutor em Engenharia de Transportes, Professor Adjunto, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

⁵ Doutorando em Engenharia de Transportes, Pesquisador, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Glavic e Lukman [1], é crescente o interesse sobre sustentabilidade e abordagens referentes a produção mais limpa, controle da poluição, ecoeficiência, gestão ambiental, responsabilidade social, ecologia industrial, investimentos éticos, economia verde, eco design, reuso, consumo sustentável, resíduos zero etc.

A Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP) [2], primeira siderúrgica integrada do Nordeste, iniciou a produção em junho de 2016. As placas de aço produzidas são aplicadas para geração de produtos laminados de alta qualidade para as mais diversas aplicações, como a indústria naval, de óleo e gás, automotiva e construção civil. A CSP é uma indústria moderna, com tecnologia limpa e de ponta que tem como diretriz a sustentabilidade em todos seus aspectos – ambiental, social e econômica. Alinhada com a sua visão estratégica de negócio, a CSP adota processos e equipamentos de última geração para que os coprodutos gerados na fabricação do aço tenham destinação adequada.

A empresa conta com sistemas para aproveitamento de gases gerados nos processos de redução, como o gás de Coqueria ou COG – *CokeOvenGas* [3], gás de altoforno ou BFG – *BlastFurnaceGas* [4] e o gás de Aciaria ou LDG – *Linz-DonawitzGas* [5], para geração de eletricidade, que confere à CSP a autossuficiência em energia elétrica. Outros coprodutos de alta relevância são o BaosteelSlag Short Flow (BSSF), de processo de beneficiamento pioneiro no Brasil, o pó de coque, o alcatrão, o BTX, o enxofre líquido e a argila siderúrgica.

Este trabalho discorre sobre as argilas siderúrgicas e sua aplicabilidade como matéria-prima para produção de tijolos e telhas em fábricas de cerâmica e olarias. Também denominada lama de alto-forno, as argilas siderúrgicas são os resíduos sólidos, ricos em hematita, oriundos da lavagem de gases de alto-forno [6]. Vem sendo comum a produção de cerâmicas com substituição de parte do solo argiloso por resíduos de diversas áreas, minimizando a quantidade de massa argilosa consumida e, portanto, o custo da matéria-prima para produção da cerâmica, conseqüentemente, levando a uma economia de recursos minerais [7]. O processo produtivo resumido da argila siderúrgica da CSP é apresentado na Figura 1 a seguir [8].

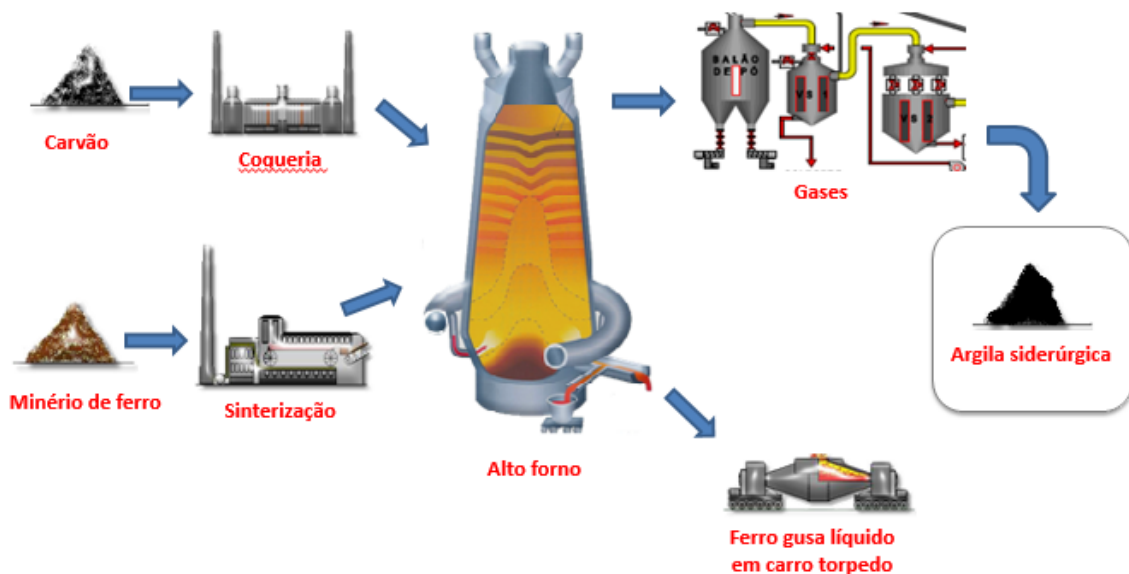


Figura 1 – Processo de produção da argila siderúrgica da CSP (adaptado).

Atualmente este coproduto é empregado como insumo na construção civil na fabricação de tijolos [9 – 12]. O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da incorporação da argila siderúrgica, ou lama de Alto Forno, na fabricação de tijolos de cerâmica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A argila siderúrgica foi incorporada na matéria prima principal do cliente, o barro, para a produção de tijolos a longo de Julho de 2016 e Dezembro de 2017. Este trabalho foi resultado de reuniões trimestrais realizadas com o cliente deste coproduto da Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP). Participaram das reuniões tanto a gerência da empresa de tijolos quanto operadores responsáveis pela produção. O processo de fabricação de tijolos foi acompanhado de perto e também foram analisados dados dos setores de Vendas Especiais, ByProducts e Alto Forno da CSP.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização da argila siderúrgica, ou lama de Alto Forno, de outras usinas siderúrgicas no Sudeste do Brasil na indústria de tijolos mostra que, devido a seu alto teor de carbono, proporciona um tempo de cozimento do lote de tijolo ou telha menor que o usual, portanto, contribuindo para a economia de combustível. A presença do carbono contribui também para a uniformidade da temperatura nos fornos, sendo assim, evita o cozimento mais rápido de parte do lote ou a perda de parte da produção devido às diferenças de temperatura no forno, aumentando a produtividade. Segundo as empresas cerâmicas do Sudeste do Brasil que utilizam a Argila Siderúrgica, há também um ganho de resistência das peças devido ao teor de minério de ferro (Fe_2O_3) [13].

A especificação química de referência da argila siderúrgica da CSP é apresentada na Figura 2 a seguir:

| Substância | Especificação (%) | | |
|--------------------------------|-------------------|-----|--------|
| | Min | Max | Típico |
| SiO ₂ | 3 | 8 | 5,89 |
| CaO | 1 | 5 | 2,75 |
| Al ₂ O ₃ | | 4 | 2,85 |
| MgO | | 2 | 0,6 |
| MnO | | 2 | 0,208 |
| Fe ₂ O ₃ | 30 | 55 | 38,4 |
| C | 20 | 40 | 32,29 |
| Zn | | 2 | 0,81 |
| S | | 1 | 0,494 |
| Cl | | | 0,069 |
| P | | | 0,073 |
| TiO ₂ | | 0,4 | 0,22 |
| K ₂ O | | 1,2 | 0,725 |
| Na ₂ O | | 0,5 | 0,15 |
| % H ₂ O | | 30 | 21,6 |
| < 0,150 mm | 80 | | |

Figura 2 - Especificação química de referência da argila siderúrgica da CSP

Como objetivo de monitorar o resultado real com a especificação química de referência, são realizadas análises rotineiras no laboratório da CSP. A Figura 3 a seguir apresenta alguns resultados:

| Início | Química Lama AF | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|-----------|-------|---------|---------|---------|---------|----------|-------|----------|----------|--------|-------|----------|
| | Umidade (%) | Al2O3 (%) | C (%) | CaO (%) | K2O (%) | MgO (%) | MnO (%) | Na2O (%) | P (%) | P2O5 (%) | SiO2 (%) | Zn (%) | S (%) | T-Fe (%) |
| 15/07/2017 19:00 | 47,06 | 6,42 | 20,62 | 6,5 | 3,29 | 1,33 | 0,15 | 0,478 | 0,231 | 0,53 | 14,5 | 1,292 | 3,1 | 10,13 |
| 22/07/2017 19:00 | 55,34 | 6,03 | 21,83 | 6,11 | 3,14 | 1,22 | 0,17 | 0,49 | 0,231 | 0,53 | 13,4 | 1,336 | 3,35 | 11,12 |
| 29/07/2017 19:00 | 50,03 | 5,43 | 26,6 | 5,63 | 2,64 | 1,08 | 0,15 | 0,472 | 0,206 | 0,47 | 11,58 | 1,324 | 3,17 | 10,78 |
| 05/08/2017 19:00 | 51,55 | 5,36 | 30,17 | 5,09 | 2,41 | 1,07 | 0,16 | 2,259 | 0,19 | 0,44 | 10,55 | 9,381 | 2,91 | 20,35 |
| 12/08/2017 19:00 | 48,4 | 5,49 | 26,79 | 5,03 | 2,61 | 1,09 | 0,16 | 2,176 | 0,205 | 0,47 | 11,13 | 9,24 | 3,14 | 20,19 |
| 19/08/2017 19:00 | 50, | 4,93 | 32,59 | 4,83 | 2,66 | 0,97 | 0,15 | 0,571 | 0,185 | 0,42 | 9,87 | 8,99 | 2,96 | 19,86 |
| 26/08/2017 19:00 | 51,51 | 4,56 | 33,85 | 4,76 | 3,342 | 0,95 | 0,14 | 0,688 | 0,167 | 0,38 | 9,23 | 10,693 | 2,83 | 19,83 |
| 02/09/2017 19:00 | 49,1 | 4,49 | 34,61 | 4,77 | 3,1975 | 0,91 | 0,12 | 0,786 | 0,182 | 0,42 | 9,97 | 6,879 | 2,83 | 18,87 |
| 09/09/2017 19:00 | 47, | 5,3 | 26,94 | 5,55 | 3,3605 | 1,05 | 0,16 | 0,526 | 0,2 | 0,45 | 12,34 | 8,314 | 2,84 | 20,17 |

Figura 3 – Análises da argila siderúrgica realizadas no laboratório da CSP.

O coproduto é despejado diretamente do local onde é produzido para as caçambas removíveis dos caminhões da empresa responsável pelo transporte, como mostra a Figura 4 abaixo.



Figura 4 – Caçamba de transporte da argila siderúrgica.

Os caminhões utilizados para o transporte são basculantes e precisam inclinar no destino para que o coproduto descarregue no local de estocagem, conforme o exemplo da Figura 5 abaixo.



Figura 5 – Exemplo de caminhão utilizado no transporte da argila siderúrgica.

3.1 Benefícios para a empresa compradora da argila siderúrgica

A empresa consumidora da argila siderúrgica da CSP é uma das maiores indústrias de cerâmicas do Ceará. Localizada a cerca de 70 km da CSP, essa empresa atualmente usa 10% desse coproduto na mistura do barro (Figura 6) para a fabricação de tijolos.



Figura 6 – Misturador da indústria de tijolos compradora da argila siderúrgica da CSP.

Nos testes iniciais em 2016 tentou-se utilizar 20% da argila siderúrgica na mistura com o barro, matéria prima principal, mas verificou-se que os tijolos ficavam mais frágeis e com coloração diferente do normal, conforme a Figura 7 abaixo.



Figura 7 – Tijolo defeituoso, com problema na queima.

Foram realizados vários testes com quantidades menores de argila siderúrgica na mistura, até chegar em 10%, considerada ideal. Com isso, a empresa economiza na extração de matéria prima.

Utilizando a argila siderúrgica no processo produtivo, constatou-se também uma economia de cerca de 25% de madeira (principal fonte de combustível da empresa analisada) para queima nos fornos, resultado já esperado devido estudos anteriores na região Sudeste do Brasil.

3 CONCLUSÃO

Foi constatado que a argila siderúrgica da Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP) melhorou o produto final da indústria de cerâmica estudada, pois o produto final do cliente (tijolos), ficaram mais leves, mais resistentes e mantiveram a mesma coloração, elementos de qualidade importantes para o setor. Através do uso contínuo na produção, o cliente final conseguiu uma economia de cerca de 25% da madeira queimada nos fornos, pois a argila siderúrgica contém alto teor de carbono. Desse modo, utilizando esse coproduto da CSP, a indústria cerâmica conseguiu poupar recursos naturais (madeira e barro).

O cliente da CSP economizou também recursos financeiros com a extração do barro e com a compra de madeira, otimizando o processo produtivo. Com isso, obteve vantagem competitiva em um mercado saturado e que passa por grave crise, acompanhando a situação econômica do país.

Vendendo para a indústria de cerâmica, a CSP poupa custos com a destinação em aterro, que é uma alternativa para a venda. A CSP então consegue destinar o coproduto para uma fonte ambientalmente mais limpa e sustentável.

REFERÊNCIAS

- [1] Glavic P; Lukman R. Review of sustainability terms and their definitions. Journal of Cleaner Production. 2007;15:1875-1885.
- [2] Companhia Siderúrgica do Pecém [página da internet]. São Gonçalo do Amarante: CSP, 2014 [acesso em 04 jun. 2018]. Disponível em: <http://www.cspecem.com>.
- [3] Razzaq R, Li C, Zhang S. Coke oven gas: Availability, properties, purification, and utilization in China. Fuel. 2013;113:287-299.
- [4] Irshad MA, Chuhdary S, Nadeem Z, Ajmal M. Blast Furnace Gas. Class notes; 2017 [acesso em 01 jun. 2018]. Disponível em <https://pt.slideshare.net/muhammadabdullahirsh>
- [5] Souza RC, Linhares AR, Rodrigues RS, Soares, AA, Duraes, TS, Santos, IM, Zuege, FR, Braga, DS. Aumento da Capacidade de Distribuição de Gás de Aciaria da TKCSA. Anais do 37º Energy Balances / 31º Industrial Gas; 2016; Rio de Janeiro, Brazil. p. 41-51.
- [6] Melo OBD, Machado DR, Santos AF, Oliveira WB, Peixoto ST, Marucci A, Magno Barbosa Moreira AMB. Otimização de Performance no Sistema de Lavagem de Gás

do Alto Forno. 47º Seminário de Redução de Minérios e Matérias-Primas, 2017; São Paulo, Brazil. p. 343-350.

[7] Paixão LCC, Yoshimura HN, Espinosa DCR, Tenorio JAS. Efeito da incorporação de lodo de ETA contendo alto teor de ferro em cerâmica argilosa. *Cerâmica*. 2008; 54:63-76.

[8] Mesquita WL; Lama de Alto Forno: Utilização como insumo na indústria ceramista. 2011. 12 slides.

[9] Costa FG, Castro MA, Borba SC, Neto EF, Rabelo AA. Pó de Despoeiramento na Fabricação de Tijolos Ecológico. In: *Anais do 21º CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais*, Mato Grosso, Brasil. 2014. P. 1632-1639.

[10] Ramires MVV. Proposta de Obtenção de Materiais Cerâmicos a partir de Formulações de Argila com um Resíduo de Usinas Siderúrgicas. In: *Anais do 44º Congresso Brasileiro de Cerâmica*, São Paulo, Brasil, 2000.

[11] Oliveira GE, Holanda JNF. Reaproveitamento de resíduo sólido proveniente do setor siderúrgico em cerâmica vermelha. *Cerâmica*. 2004;50:75-80.

[12] Dias CACM. Reciclagem de lama de alto-forno em cerâmica vermelha [tese doutorado]. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; 2011.

[13] Arcelor Mittal Tubarão [página da internet]. [acesso em 10 jun. 2018]. Disponível em: <http://tubarao.arcelormittal.com/produtos/co_produtos/catalogo_produtos/lama/lama.asp>.