

Metodologia para identificação, quantificação e verificação das reduções de custo no consumo energético na indústria eletrointensiva com sistema de produção contínua, a partir de rotas tecnológicas inovadoras. Uma aplicação para uma planta de ferro liga.

Pesquisador: Marcelo Gualberto Rocha

Orientador: Prof. Dr. Paulo Figueiredo

Programa de Pós-graduação em Gestão e Tecnologia Industrial (Mestrado Profissionalizante)
– PPG-GETEC

Linha de pesquisa: Gestão e desenvolvimento industrial (GDI)

Resumo

Este estudo desenvolve uma metodologia para identificar, quantificar e verificar as reduções de custo no consumo de energia a partir de rotas tecnológicas inovadoras em empresas com sistema de produção contínua e pertencentes à indústria eletrointensiva. A metodologia é aplicada numa planta de ferro liga de cromo no Brasil. Os maiores preços da energia elétrica têm efeito direto na elevação do custo operacional e, conseqüentemente, na rentabilidade destas empresas. A adoção das melhores tecnologias em termos de eficiência energética tem conduzido à redução de custos e melhorias na eficiência das operações, podendo ser um indutor para o aumento da competitividade e também na redução de impactos ambientais gerados pelo setor produtivo. Como procedimentos metodológicos utilizou-se a prospecção tecnológica: revisão bibliográfica, consulta de patentes, visitas técnicas, consultorias diversas, levantamento do estado da arte dos equipamentos e/ou processos para o setor industrial em estudo, incluindo as tecnologias inovadoras de uso geral, um questionário fechado com experts na área de produção de ferro ligas, experimentos termogravimétricos e estudo de caso.

Foram identificadas quatro rotas tecnológicas possíveis para o processo produtivo: processo de fusão convencional, processo Outokumpu, rota arco DC e processo premus. Numa primeira análise preliminar, mas não conclusiva, apontou-se o processo Outokumpu como o mais indicado para a realidade industrial brasileira. A tecnologia denominada Mintek Blobulator parece ser a mais adequada para a etapa de preparação do produto.

Palavras chaves:

Eficiência energética, Ferro liga, Gestão tecnológica, Indústria eletrointensiva; Produção contínua.

Introdução

A indústria de ferro liga brasileira supre 94% da demanda interna de ferro de cromo (FeCr). O cromo é um elemento insubstituível na produção do aço inoxidável, sendo essa a sua principal aplicação. Isso faz com que este setor da indústria tenha um papel estratégico para a siderurgia nacional.

A indústria de ferro liga é eletrointensiva, resultado do atual processo de fusão, o qual demanda uma expressiva quantidade de energia elétrica. Os maiores preços da energia elétrica e o seu uso intensivo no processo produtivo tem efeito direto na elevação do custo operacional e, conseqüentemente, na rentabilidade dessas plantas. A própria crise econômica internacional em curso, em certa medida, evidencia que o descaso com a implementação de práticas e/ou programas voltados à eficiência energética pode comprometer a própria sobrevivência de determinada empresa no competitivo mercado de produtos industriais. Por outro lado, a sociedade tem demonstrado crescente lucidez no que tange a preocupação com a redução de impactos ambientais gerados pelo setor produtivo. Nesse contexto, a eficiência energética pode contribuir de forma decisiva.

A tecnologia adotada atualmente na indústria de FeCr é o forno elétrico aberto convencional, sendo que consumo específico de energia está numa faixa de 4.000 a 4.200 kWh/t (GOEL, 1997). A contribuição típica da energia no custo total de produção nas plantas de ferro cromo é de 22% e sua contribuição no custo variável é de cerca de 33%, sendo assim, uma variável que afeta diretamente a competitividade dessas plantas (MARTINS, 2004). Com isso, faz-se necessário identificar rotas tecnológicas inovadoras aplicáveis ao setor de ferro liga de cromo baseadas em eficiência energética, bem como quantificar o potencial de redução de gasto energético e verificar o impacto da adoção dessas rotas neste setor industrial brasileiro.

O objetivo geral é desenvolver uma metodologia para identificar, quantificar e verificar as reduções de custo no consumo energético a partir de rotas tecnológicas inovadoras em empresas com sistema de produção contínua e pertencentes à indústria eletrointensiva. A metodologia será aplicada e terá como foco uma planta de produção de ferro liga de cromo.

Metodologia

Para a elaboração deste trabalho utilizam-se alguns procedimentos metodológicos específicos, descritos a seguir.

O método de pesquisa utilizado será o dedutivo, pois buscará validar a metodologia proposta pela análise e verificação dos dados obtidos por meio de um estudo de caso.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema a pesquisa é quantitativa e quanto a sua natureza caracteriza-se como aplicada, pois a partir da identificação e quantificação das rotas tecnológicas inovadoras em eficiência energética será possível verificar a sua aplicação numa planta de ferro liga, gerando informações possíveis de serem utilizadas, como norteadoras para futuros trabalhos e aplicações práticas para outros setores da metalurgia, em especial.

A presente pesquisa pode ser classificada do ponto de vista dos objetivos como exploratória, pois será realizada uma prospecção tecnológica e estudo de caso, desdobrando-se nas seguintes etapas: (i) a primeira etapa será a identificação de rotas tecnológicas inovadoras com foco em eficiência energética para a indústria de ferro cromo, a partir de visitas técnicas a plantas de ferro liga na África do Sul e Finlândia, consulta de patentes, mapeamento de rotas tecnológicas com o apoio da consultoria P's Met Service, do instituto de pesquisa norueguês SINTEF, do TECNORED Desenvolvimento Tecnológico S.A., do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT e empresas de engenharia especializada (Bateman, Mintek, Outotec). Será aplicado um questionário fechado com aproximadamente 20 especialistas da área de produção de ferro liga. O questionário consiste de 18 questões, sendo 02 referentes a matérias primas e pré-tratamento, 04 relativas a energia, 05 envolvendo meio ambiente, 03 sobre subprodutos e 04 relacionadas com aspectos econômicos. A importância dos fatores terá uma escala Likert de 1 a 5, onde 1 = nenhuma importância e 5= muito importante. A resposta será dada em duas linhas temporais: “hoje” (2015) e “futuro” (2025). Será feita uma análise de extensão e do uso efetivo das tecnologias inovadoras no curto, médio e longo prazos, permitindo a elaboração do mapa tecnológico e a identificação da melhor tecnologia disponível para indústria, a partir do critério dos critérios do Best Available Technology (BAT) (IPPC, 2003), que é foco do estudo de caso; (ii) a segunda etapa consistirá na quantificação das reduções de custo no consumo de energia no processo produtivo através de um projeto de pesquisa em parceria com instituto de pesquisa norueguês SINTEF, conforme a seguir: a caracterização mineralógica da cromita e das escórias de cromo por meio raio X de difração, microscópico ótico, analisador micro sonda e análise química. A partir do balanço de massa e energia usando o programa HSC será calculada a redução do consumo de energia nos processos de secagem, aglomeração, pré-redução e fusão redutora das matérias primas. Através de um experimento termogravimétrico será avaliado o efeito do pré-tratamento e da pré-redução das matérias primas na perda de cromo na escória, bem como a determinação das temperaturas de redução e início e término de fusão (MALVIK et al, 2013). O grau de redução dos minérios de cromo será determinado através de uma investigação experimental; (iii) a terceira e última etapa será a verificação da aplicabilidade da melhor tecnologia identificada na etapa anterior, através do estudo de caso numa planta de ferro cromo

brasileira, por meio de uma análise de viabilidade técnica econômica (ABREU et al, 2005) e (BUARQUE, 1984).

Resultados e discussões

A ferro liga pode ser obtida por diversos processos. O processo de produção de ferro liga mais empregado envolve a redução carbono térmica em fornos elétricos de arco submerso. Este processo envolve, basicamente, as seguintes etapas: preparação das matérias-primas, fusão e redução das cargas, preparação do produto. Dentre as etapas mencionadas, a fusão redutora é a mais importante, tanto do ponto de vista de produção física quanto sob o aspecto do consumo de energia (TOLMASQUIM; SZKLO, 2000). De acordo com Leite, Bajay e Gorla (2010), o maior potencial está associado à etapa de fusão e redução da carga – 80% do total – em fornos elétricos.

Para o segmento industrial de produção de ferro liga as barreiras ao uso racional de energia foram inicialmente identificadas no Caderno Técnico do Plano Nacional de Energia, recentemente elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética. Os aspectos mencionados na publicação são apresentados a seguir: estrutura legal pouco atrativa para cogeração ou produção de energia independente, necessidade de treinamento de pessoal para identificar oportunidades de eficiência energética e para fazer a gestão dos projetos que se mostrarem viáveis, indisponibilidade de determinadas tecnologias, racionalização do uso de energia compete com outras prioridades de investimento, elevados investimentos iniciais, incertezas quanto aos preços de energia e altos custos iniciais dos investimentos devido aos impostos de importação, restrições ao financiamento (específico para o setor de ferro liga) (LEITE; BAJAY; GORLA, 2010).

Os custos crescentes de energia elétrica e, portanto, a necessidade de reduzir a energia necessária para a produção de ferro cromo têm estimulado as inovações nas tecnologias utilizadas para a fusão redutora do minério de cromita. Estas tecnologias (processo de fusão convencional, processo Outokumpum, rota arco DC e processo premus), bem como processos e tecnologias associados à etapa de preparação de produto foram identificadas e analisadas neste trabalho.

O processo de fusão convencional ainda é o mais utilizado, mas a indústria enfrenta desafios evidentes, como a tendência de queda dos preços de venda e o aumento da consciência sobre as condições de trabalho e ambientais. Esses desafios podem ser respondidos por tecnologias inovadoras já existentes e pelo desenvolvimento de novos processos. As principais características para o futuro da indústria, visando a manutenção da rentabilidade e atratividade junto aos empresários e funcionários são: uso eficaz da energia e da utilização da

energia secundária produzida; aumento no uso de matérias-primas de baixo custo, usando tecnologias avançadas de beneficiamento e aglomeração; aumento do tamanho da unidade de produção, a fim de beneficiar a economia de escala; alto grau de automação para aperfeiçoar a operação; rigoroso controle ambiental torna-se uma parte essencial da produção.

Numa primeira análise preliminar, mas não conclusiva, aponta-se o processo Outokumpu o mais indicado para a realidade industrial brasileira. São características do processo Outokumpu: o pré-aquecimento e a secagem de matérias-primas conduzem à diminuição do consumo de energia elétrica; o fato de os fornos serem fechados e a existência de um sistema de tratamento dos gases também favorecem a eficiência. O loteamento preciso de matérias-primas aumenta a eficiência e reduz o desperdício. A utilização de fornos elétricos de redução do tipo fechados abrevia o tempo de redução, aumenta a sua eficiência e o rendimento metálico, elevando a produtividade.

Já a tecnologia denominada Mintek Blobulator indica ser a mais adequada para a etapa de preparação do produto, numa análise preliminar e tentativa.

Com a aplicação da metodologia e a adoção deste conjunto de tecnologias numa planta de ferro cromo brasileira, espera-se alcançar os seguintes resultados: otimização da operação; redução no custo da mão-de-obra via automação; elevação da produtividade; redução do custo de produção que viabilize exportar e atendimento às exigências de saúde, segurança e meio ambiente.

Conclusões

Empresas que investem em projetos de eficiência energética podem economizar recursos, ganhar competitividade e amenizar a pressão sobre o aumento da oferta de energia. Postergar parte do investimento no aumento da oferta de energia permite ao governo e ao empresário liberarem recursos para outras prioridades, sem perda de qualidade, segurança no abastecimento e com ganhos sociais e ambientais.

Numa economia globalizada, todo setor industrial que almeje permanecer competitivo, deve procurar desenvolver meios que visem à redução de custos e/ou à melhoria da qualidade de seus produtos ambientalmente compatíveis.

Em consequência da integração e de maior sinergia das ações entre a entidade corporativa - planta industrial - e o consumidor, adequações tecnológicas inovadoras podem assegurar e ampliar as perspectivas de mercado. O setor industrial eletrointensivo e de produção contínua, em especial o setor metalúrgico, deve estar atento às novas estratégias tecnológicas, em nome da sobrevivência setorial e da maior competitividade. Dessa forma, o uso de tecnologias inovadoras e de novas formas de gestão no setor industrial avaliado dá testemunho da

preocupação com a redução dos custos, enquanto, paralelamente, o reuso dos subprodutos derivados do processo industrial se torna cada vez mais intenso.

A produção eficiente em termos energéticos, geralmente, oferece redução nos custos e melhora a eficiência das operações, facilitando às organizações alcançar suas metas econômicas, ao mesmo tempo em que melhora o ambiente, gerando inovações e vantagens competitivas.

Assim, para as organizações que se propõem a competir no mercado e também a promover o desenvolvimento sustentável, a adoção de práticas e tecnologias com eficiência energética pode ser considerada como um impulso para a inovação e a obtenção de vantagens competitivas.

Referências

ABREU, J. C. F., FILHO; SOUZA, C. P.; GONÇALVES, D. A.; CURY, M. V. Q. Finanças Corporativas. 6. ed. Rio de Janeiro. Editora FGV, 2005. 144p.

BUARQUE, C. Avaliação Econômica de Projetos. 12 Ed. São Paulo. Editora Campus, 1984. 266 p.

GOEL, R.P. Smelting Technologies for Ferrochromium Production – Recent Trends. National Metallurgical Laboratory. Jamshedpur, Índia, 1997.

IPPC - Integrated Pollution Prevention and Control - Reference Document on Best Available Techniques in the Large Volume Organic Chemical Industry, 2003.

LEITE, Álvaro Afonso Furtado; BAJAY, Sérgio Valdir; GORLA, Felipe Debonzi. Oportunidades de eficiência energética para a Indústria, Relatório Setorial, Setor de FERROLIGAS. Brasília, 2010.

MALVIKI, Terje; RAMOS, João; RINGDALEN, Eli; ROCHA, Marcelo. Properties of chromite ores from FERBASA and their effect on Cr-losses to slag during HCFeCr production at FERBASA. INFACON XIII. Kazakhstan, 2013.

MARTINS, G.J. A methodology to identify, quantify and verify cost benefits of energy and process improvement opportunities in a Ferro-metal production plant. Dissertation submitted in partial fulfillment of the degree Master of Engineering in the School of Mechanical and Materials Engineering at the North-West University, Potchefstroom Campus, 2004.

TOLMASQUIM, M. T.; SZKLO, A. S. A matriz energética brasileira na virada do milênio. Rio de Janeiro: ENERGE, 2000.