

DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO DE MANUFATURA DE BRIQUETES A PARTIR DE REJEITOS DE PRODUÇÃO

Luã Fonseca Seixas¹; Tiago Nunes Lima² Wilberth Harold Deza Luna³

¹ Graduando em Engenharia de Materiais no Centro Universitário SENAI CIMATEC e Bolsista no Departamento de Materiais – SENAI CIMATEC; Projeto de Iniciação tecnológica; lua.seixas03@gmail.com

² Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais; Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; tiago.nunes@fieb.org.br

³

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo mapear oportunidades para o uso do cádmio resultante de rejeitos. Estudando o seu processo de obtenção e fabricação de esponjas de cádmio, melhorando o processo e o produto final por meio de estudos e caracterizações. Estudou-se as propriedades de densidade, umidade, resistência mecânica, rendimento na fusão e morfologia dos briquetes para chegar nas melhores condições. A partir dos ensaios realizados concluiu-se que a composição química das esponjas, bem como o controle ideal dos parâmetros de processamento como o tempo de prensagem são fundamentais para se obter briquetes de melhor qualidade, que consequentemente poderão despertar melhor interesse de compra pelo mercado.

PALAVRAS-CHAVE: Cádmio, Briquetagem, Planejamento experimental, Rendimento de Fusão

1. INTRODUÇÃO

O cádmio é um metal pesado que na natureza é encontrado quase sempre junto com o zinco, em proporções que variam de 1:100 a 1:1000, na maioria dos minérios e solos. Dentre as características do Cádmio estão uma coloração azul claro acinzentado, macio, maleável e dúctil, facilmente cortado com uma lâmina.¹ O cliente, uma unidade de mineração de zinco em Juiz de Fora (MG) produz Zinco em lingotes através de processo metalúrgico. No curso do processo são gerados alguns produtos agregados a partir de rejeitos da produção de zinco, entre eles o Cádmio em esponja. A esponja é gerada em um tanque cônico e posteriormente é coletada através de peneira vibratória na saída desse tanque, que faz a separação da solução do sólido gerado. Enquanto que no processo de produção de briquetes de cádmio a partir da folha catódica, uma solução contendo cádmio é alimentada em um sistema de eletrólise, onde uma corrente elétrica é aplicada e o cádmio se deposita na superfície do cátodo.

Visando uma redução do descarte do cádmio, o cliente do projeto enxergou potencial na comercialização do cádmio para indústrias, para tal considerasse necessário um estudo do processo de fabricação do cádmio em briquete e a melhoria deste com o intuito de se obter produtos de melhor qualidade. De acordo com o plano de trabalho do projeto, estabelecido entre o cliente e o SENAI CIMATEC as propriedades ideais para os briquetes seriam como características mecânicas uma densidade maior ou igual a 6g/cm³ e como características químicas 98,5% de pureza para o Cd esponja e 99,95% para o Cd de catodo necessárias ao briquete, segundo sua aplicação na indústria de pigmento e em baterias.

Tabela 1. Propriedades mecânicas do cádmio puro.⁵

Densidade (g/cm ³)	Resistência à tração (MPa)	Dureza (HB)	Módulo de elasticidade (GPa)	Alongamento (% em 25 mm)
8,65	69-83	16-24	55 em tração e 19,2 em cisalhamento	50

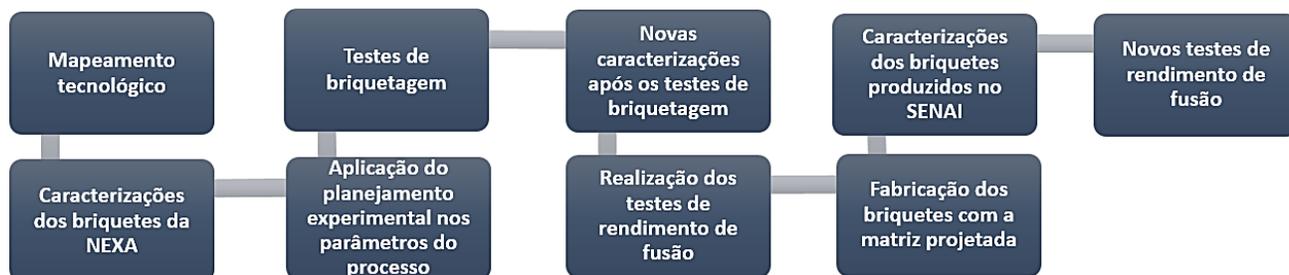
2. METODOLOGIA

A execução do projeto seguiu algumas etapas. Primeiramente viu-se a necessidade de se realizar um mapeamento tecnológico do cádmio, para isto elaborou-se uma pesquisa bibliográfica sobre os seus mercados de atuação, suas aplicações, assim como patentes e empresas que o utilizam.

Para início da avaliação do processo produtivo da empresa, ela enviou briquetes obtidos conforme o processo de produção era feito, realizou-se caracterizações para estudar a qualidade destes. Estas caracterizações foram os ensaios de densidade aparente, medindo-se as dimensões das peças e as pesando em balança de precisão, Ensaio de umidade medindo-se as peças em uma balança de precisão antes e após passarem um período de 24h em uma estufa em temperatura próxima a 100°C, Ensaio de compressão em uma máquina EMIC seguindo o método diametral de acordo com a norma NBR 7222 e Microscopias eletrônicas de varredura foram obtidas com um microscópio da marca JEOL JSM-6510LV.

Os testes de briquetagem foram realizados seguindo o planejamento experimental no processamento dos briquetes. Os parâmetros trabalhados nestes testes foram tempo de prensagem (variando de 1 a 7 segundos) e ciclos de compactação (variando de 1 a 4 ciclos). Buscando avaliar o efeito da qualidade da esponja na produção dos briquetes foram realizados os mesmos testes em 04 esponjas diferentes (lotes 442, 447, 451 e 460). Após a briquetagem uma nova etapa de caracterizações foi realizada com os mesmos procedimentos anteriores além de análise da composição química dos briquetes. Após as caracterizações realizou-se testes de Rendimento de fusão, com o objetivo de se avaliar a porcentagem de cádmio e de impurezas após a fundição do material como requisito de qualidade do produto. Os testes de rendimento de fusão seguiram conforme procedimento estabelecido pela empresa, utilizando uma massa de cádmio em pedaços, Hidróxido de sódio com massa equivalente a 10% a massa do cádmio, se aquece um cadinho de grafite a 400°C por 30 minutos para se colocar o cádmio com o hidróxido de sódio em cima e fundir a mesma temperatura por ao menos 30 minutos e então despeja-se apenas o cádmio fundido em um cadinho de porcelana pré-aquecido a 100°C por 30 minutos, retirando o resíduo separado pelo hidróxido de cádmio com uma espátula de aço inoxidável. Os pedaços de briquete são pesados antes e após o processo para se encontrar o rendimento de fusão. As próximas etapas do projeto se sucederam com o desenvolvimento de uma matriz para compactação do cádmio em briquete na máquina de compressão do SENAI CIMATEC. Após a obtenção da matriz, seguiu-se com uma nova rodada de briquetagem, testando prensagens de 150KN, 250KN e 350KN e tempos de compactação de 5s, 6s e 7s e por fim novas caracterizações e ensaios de rendimento de fusão dos novos briquetes produzidos.

Figura 1. Esquema das etapas seguidas na execução do projeto.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

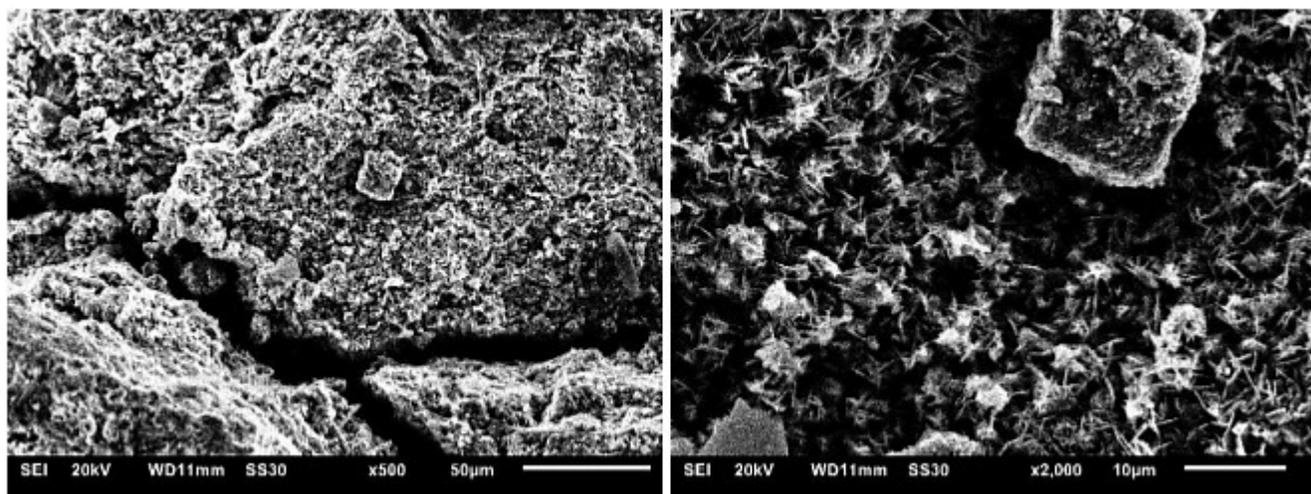
Para a densidade, os briquetes enviados pela NEXA no início do projeto revelaram uma média de 3,35 g/cm³ e apresentou uma grande variação (desvio padrão de 0,49) demonstrando que o processo não era muito controlado e era difícil estabelecer uma padronização nas dimensões dos briquetes. Após os testes de briquetagem constatou-se um aumento na densidade para valores entre 5 e 6 g/cm³, conforme esperado, para os processos de lote 447 e 442, onde pelo planejamento experimental tiveram melhores tempo de prensagem e ciclo de compactação, revelando como estes parâmetros de processamento eram fundamentais para a qualidade do produto final e como deveriam ser modificados para a obtenção de melhores briquetes. Os briquetes produzidos pela matriz do SENAI revelaram informações coerentes com estas, visto que os briquetes produzidos com 350KN apresentaram melhores densidades, chegando a até 5,47 g/cm³.

Para os ensaios de umidade os dados obtidos durante as etapas fortaleceram as constatações de que o controle dos parâmetros, bem como melhores parâmetros de processamento eram significativos para a obtenção de briquetes de melhor qualidade. Com melhores prensagem e tempo de compactação ouve uma significativa diminuição da umidade dos briquetes. Após a briquetagem conforme o planejamento experimental os resultados de resistência a compressão dos briquetes foram acima do recomendado (3,57 kg/cm²). O briquete produzido na NEXA com a melhor condição apresentou 19,1 kg/cm² de resistência mecânica, como mostrado na Figura 2.

As imagens do MEV, apresentadas na Figura 3, realizadas com os briquetes da NEXA antes do planejamento experimental mostram que antes dos testes dos parâmetros de processamento, a morfologia dos briquetes era composta por partículas alongadas de diferentes tamanhos apenas prensados, sem a existência de alguma coesão significativa entre as partículas, justificando as baixas propriedades mecânicas que eles apresentaram devido à carência de controle do processo de fabricação dos briquetes antes do projeto.

Através dos ensaios de rendimento de fusão pode-se analisar a qualidade da seleção dos briquetes, a partir das porcentagens de cádmio obtidas nos briquetes antes e após planejamentos experimentais. Os ensaios realizados na NEXA relevaram um rendimento de 84%, muito próximo do valor adequado (superior a 90%). Os ensaios de rendimento realizados no SENAI tiveram um resultado prejudicado, pois os briquetes oxidaram na viagem para o CIMATEC, reduzindo o rendimento final a aproximadamente 34%. Após a obtenção de novos briquetes com a matriz no SENAI CIMATEC os testes de rendimento aumentaram este valor para aproximadamente 52% com o novo material envidado que pode ter sofrido uma oxidação menor no processo de entrega.

Figura 2. Imagens de MEV de uma amostra de briquete após ensaio de compressão.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o planejamento experimental e as técnicas utilizadas no projeto pode concluir-se que, assim como a composição química do cádmio que precisa ter uma boa pureza antes do processo de briquetagem, fatores do processo como tempo de prensagem, pressão e ciclo de compactação geram uma melhoria significativa nas propriedades dos briquetes e conseqüentemente na qualidade do produto final, demonstrando um direcionamento a ser tomado pela empresa para se alcançar os padrões determinados de qualidade.

Agradecimentos

Agradeço ao professor Wilberth Harold Deza Luna e ao Engenheiro Tiago Nunes Lima por toda orientação passada durante a execução do projeto, ao SENAI CIMATEC e a NEXA, pela disponibilização dos materiais, equipamentos e laboratórios para realização dos testes e briquetagem.

5. REFERÊNCIAS

- 1 Departamento de Microbiologia – Universidade de São Paulo. **Cádmio (Cd)**, Disponível em: <http://www.icb.usp.br/bmm/mariojac/index.php?option=com_content&view=article&catid=14%3Atemas-nao-listado&id=42%3Acadmio-cd&lang=br> Acesso em 13 de Março de 2019.
- 2 LEE J. D. **Química Inorgânica não tão concisa**. 5.ed. São Paulo. Blucher. 1999.
- 3 ABNT NBR 7222 – Concreto e argamassa – **Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos**, 1994.
- 4 CARDOSO L. M. N.; CHASIN A. A. M. **Ecotoxicologia do cádmio e seus compostos**. *Série Cadernos de Referência Ambiental*. v.6. Salvador. 2001.
- 5 ASM HANDBOOK, Volume 2, **Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials**, ASM International (American Society for Metals), Materials Park, Ohio, USA, 1990.