



30 - ESTUDO DO APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO BENEFICIAMENTO DE CAULIM COMO MATÉRIA-PRIMA NA PRODUÇÃO DE CLÍNQUER PARA CIMENTO PORTLAND

Sidcléa Sousa de Freitas⁽¹⁾

Química Industrial pela Universidade Federal da Paraíba/UFPB (2002). Especialista em Gestão e Análise Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba/UEPB (2005). Assistente Técnica Ambiental em Indústria Cimenteira. Mestranda em Engenharia Urbana e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba/UFPB.

Gardênia Azevedo Silva⁽²⁾

Química Industrial pela Universidade Federal da Paraíba/UFPB (2003). Especialista em Gestão e Análise Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba/UEPB (2005).

Endereço⁽¹⁾: Rua Caetano de Figueiredo, 1417 – Cristo Redentor – João Pessoa - PB - CEP: 58071-220 - Brasil - Tel: +55 (83) 3223-4772 - e-mail: keafreitas@hotmail.com

RESUMO

O resíduo proveniente do beneficiamento de caulim é um problema ambiental na região do Seridó e do Cariri representados pelos municípios de Juazeirinho, Junco do Seridó, Tenório, onde a atividade econômica predominante é a extração de minérios não metálicos, como o beneficiamento do caulim, onde 70% da matéria prima extraída não é aproveitada, onde a geração mensal é da ordem de 6280 toneladas por mês, vem sendo lançado a céu aberto. Impulsionado pela pressão da globalização do mercado competitivo e Órgãos ambientais cada vez mais exigentes este cenário vem sendo pressionado em busca da resolução deste problema. As indústrias cimenteiras vem através do co-processamento de resíduos substituindo combustíveis e matérias-primas por resíduos industriais de outras empresas. O resíduo de caulim por ser inerte, não oferece risco ao meio ambiente e a saúde humana durante o manuseio e consumo na indústria cimenteira, e por possuir características físico-químicas muito próximas a argila, que é uma das matérias-primas utilizadas no processo produtivo do cimento, possui um grande potencial de aproveitamento no processo de fabricação de cimento. Desta forma é possível aliar produção de cimento a eliminação de um passivo ambiental antigo que vem mudando a paisagem nas regiões do Seridó e Cariri Paraibanos.

PALAVRAS-CHAVE: Beneficiamento de caulim, Passivo Ambiental, Co-processamento de resíduos.

INTRODUÇÃO

O caulim é um minério composto de silicatos hidratados de alumínio, como a caulinita e a haloisita. A primeira utilização industrial do caulim foi na fabricação de artigos cerâmicos e de porcelana há muitos séculos atrás. Somente a partir da década de 1920 é que se teve início a aplicação do caulim na indústria de papel, sendo precedida pelo uso na indústria da borracha. Posteriormente, o caulim passou a ser utilizado em plásticos, pesticidas, rações, produtos alimentícios e farmacêuticos, fertilizantes e outros, tendo atualmente uma variedade muito grande de aplicações industriais.

Por possuir muitas aplicações industriais o caulim está constantemente sendo pesquisado, sendo constantemente desenvolvido novos usos para o mesmo. É um mineral industrial de características especiais, porque é quimicamente inerte dentro de uma ampla faixa de pH; tem cor branca; apresenta ótimo poder de cobertura quando usado como pigmento ou como extensor em aplicações de cobertura e carga; é macio e pouco abrasivo; possui baixas condutividades de calor e eletricidade; e seu custo é mais baixo que a maioria dos materiais concorrentes. Suas principais aplicações atualmente são como agentes de enchimento (filler) no preparo de papel; como agente de cobertura (coating) para papel “couché” e na composição das pastas cerâmicas.



A atividade de extração mineral na Paraíba apresenta um alto potencial poluidor, sendo uma das fontes mais representativa como causadora de impacto ambiental. Na região do Seridó e do Cariri representados pelos municípios de Juazeirinho, Junco do Seridó, Tenório, a atividade econômica predominante é a extração de minérios não metálicos, como o beneficiamento do caulim, onde 70% da matéria prima extraída não é aproveitada, sendo lançada a céu aberto. Atualmente existe um grande passivo ambiental estocado em locais próximos as empresas de beneficiamento, que além de estarem degradando a vegetação nativa, modificam a paisagem natural causando danos ao meio ambiente, com agressão à fauna e flora da região e à saúde da população. Essa postura das empresas da região vem sendo alvo de severas fiscalizações por parte dos órgãos de proteção ambiental, fazendo com que o resíduo gerado torne-se uma fonte de custos para as empresas e um limitante no aumento de suas produções.

Impulsionado pela pressão da globalização do mercado competitivo e Órgãos ambientais cada vez mais exigentes este cenário deve ser mudado, basta tratar o assunto de forma séria através de uma política de gestão de resíduos sólidos, além de incentivos e investimentos pelos setores público e privado no que se refere à prática de controle e preservação ambiental.

O cimento consiste na mistura homogênea de matérias minerais, moídas e posteriormente queimadas à altas temperaturas. Na sua composição, o calcário e a argila são as principais matérias-primas utilizadas na mistura (94% e 4% respectivamente). Além dessas matérias, participam também da mistura minério de ferro e bauxita em menor proporção (2%).

O emprego de resíduos no ramo da construção civil pode vir a se tornar uma atividade de extrema importância e mais freqüente, principalmente, pela quantidade disponível com potencialidades de aproveitamento, possibilitando minimização dos impactos ambientais. Métodos similares são empregados atualmente no co-processamento de resíduos industriais em fornos de clínquer, que consistem na substituição de combustíveis ou matérias-primas por passivos ambientais existentes como, por exemplo, resíduos de borracha de indústrias de fabricação de sandálias em substituição do coque de petróleo.

O presente trabalho contém estudos realizados com resíduos gerados pelas empresas que mineradoras de caulim localizadas nos municípios de Juazeirinho, Tenório e Junco do Seridó, onde estão concentradas grande parte das indústrias de beneficiamento de caulim do estado da Paraíba.

O trabalho foi executado realizado-se em laboratório uma caracterização ambiental segundo a NBR 10004:2004, classificando o resíduo do beneficiamento do caulim. Posteriormente foram realizadas novas análises em laboratório para se conhecer aspectos físico-químicos, mineralógicos e tecnológicos do resíduo de indústrias de beneficiamento de caulim e realizar uma comparação com as matérias-primas utilizadas atualmente para a fabricação de clínquer portland.

OBJETIVOS

Estudar a potencialidade da utilização dos resíduos provenientes do beneficiamento de caulim na fabricação de clínquer para cimento portland, com substituição parcial das argilas.

MÉTODOLOGIA

Para o estudo da viabilidade do resíduo de caulim como substituto de matéria-prima na fabricação de cimento foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Investigação da geração do resíduo;
- Caracterização do resíduo do beneficiamento de caulim a fim de verificar sua classe segundo a NBR 10004:2004;
- Ensaio com o resíduo para avaliação de aspectos físico-químicos;
- Comparativo das características físico-químicas e mineralógicas entre resíduo e matérias primas utilizadas atualmente na fabricação de clínquer portland;
- Simulações de percentuais de utilização do resíduo, sem comprometer o produto final;



DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Inicialmente foi realizado junto a Superintendência de Desenvolvimento do Meio Ambiente - SUDEMA uma pesquisa para se saber quais as empresas geradoras de resíduo de beneficiamento de caulim no estado da Paraíba, não levando em conta o passivo existente. De acordo com a tabela 1 são geradas 6280 toneladas por mês de resíduos de caulim que são estocados a céu aberto conforme figura 1.

Tabela 1: Produção de resíduos de caulim gerados mensalmente no beneficiamento

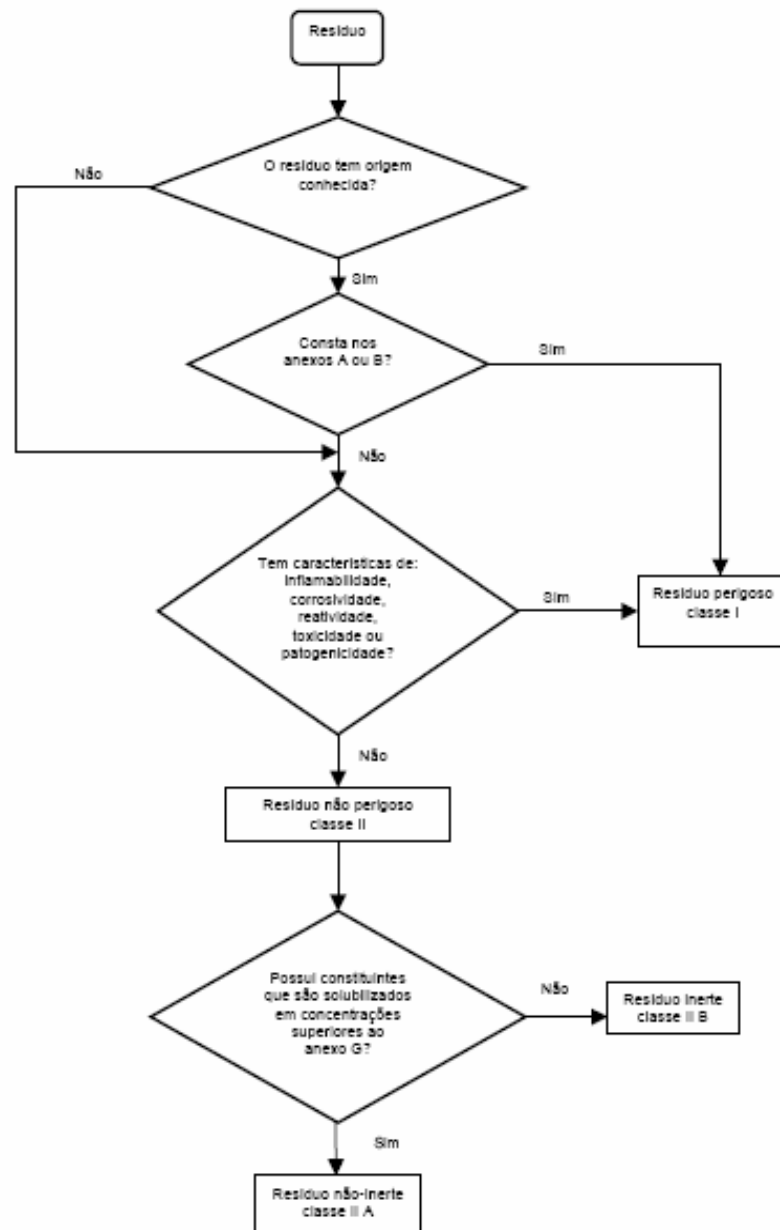
Razão Social	Município	Quantidade de resíduo (t/mês)
BECOL – Benef. e Com. de Prod. De Min. Ltda.	Juazeirinho	600
CAULIMAR – Com. e Benef. de Caulim	Juazeirinho	120
CAULINA Minérios Ltda.	Tenório	360
CAULINO Minérios Ltda.	Junco do Seridó	800
CAULISA – Com. e Benef. de Caulim Ltda.	Juazeirinho	1500
CAUVIL Minérios Industriais Ltda.	Tenório	420
José de Oliveira Lima	Tenório	1800
José Walmor Pacher	Junco do Seridó	250
Lavras Santo Amaro Ltda.	Junco do Seridó	500
MP Benef. e Com. de Caulim Ltda.	Juazeirinho	120
Marcos Antônio Paulino Araújo	Juazeirinho	350
Total		6280

Figura 1: Estocagem do resíduo de caulim a céu aberto



Foi coletada in loco amostra do resíduo em uma empresa de beneficiamento de caulim, e encaminhada para laboratório, onde foram realizados ensaios para caracterizar o mesmo em estudo a fim de descobrir sua classe e determinar o tipo de manuseio e destinação adequada. Foi seguido o fluxograma representado na figura 2 para as etapas de classificação do resíduo, que está contido na NBR 10004:2004.

Figura 2 – Fluxograma de classificação e caracterização de resíduos sólidos



Foram realizados ensaios para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos conforme a NBR 10005:2004 e obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos conforme a NBR 10007:2004. A tabela 2 e 3 apresentam os resultados obtidos nos ensaios de lixiviação e solubilização comparando-os com os valores contidos nos anexos F e G da NBR 10004:2004 que trata da classificação de resíduos sólidos.

Tabela 2: Ensaio de lixiviação no resíduo de caulim



Parâmetros	Unidade	Limite NBR 10004:2004 anexo F	Resultados
Arsênio	mg As/L	1,0	<0,01
Bário	mg Ba/L	70,0	0,1
Cádmio	mg Cd/L	0,5	<0,002
Chumbo	mg Pb/L	1,0	<0,01
Cromo total	mg Cr/L	5,0	<0,006
Fluoreto	mg F/L	150	0,41
Mercurio	mg Hg/L	0,1	<0,001
Prata	mg Ag/L	5,0	<0,004
Selênio	mg Se/L	1,0	<0,01

Tabela 3 Ensaio de solubilização no resíduo de caulim

Parâmetros	Unidade	Limite NBR 10004:2004 anexo G	Resultados
Alumínio	mg Al/L	0,2	<0,002
Arsênio	mg As/L	0,01	<0,01
Bário	mg Ba/L	0,7	0,01
Cádmio	mg Cd/L	0,005	<0,002
Chumbo	mg Pb/L	0,01	<0,01
Cianeto	mg CN/L	0,07	<0,07
Cloreto	mg Cl/L	250,0	48,4
Cobre	mg Cu/L	2,0	<0,003
Cromo total	mg Cr/L	0,05	<0,006
Fenóis	Mg C ₆ H ₅ OH/L	0,01	<0,01
Ferro	mg Fe/L	0,3	0,06
Fluoreto	mg F/L	1,5	0,23
Manganês	mg Mn/L	0,1	0,04
Mercurio	mg Hg/L	0,001	<0,001
Nitrato	mg N/L	10,0	0,1
Prata	mg Ag/L	0,05	<0,004
Selênio	mg Se/L	0,01	<0,01
Sódio	mg Na/L	200,0	7,8
Sulfato	mg SO ₄ /L	250,0	34,46
Sufactantes	mg LAS/L	0,5	<0,2
Zinco	mg Zn/L	5,0	0,03

Com os resultados obtidos apresentados na tabela 2, em laboratório, conclui-se que o resíduo em estudo classificado como Resíduo classe II (Não perigoso), sendo Classe IIB (Resíduo Inerte). Desta forma, a estocagem e manuseio podem ser realizados sem apresentar nenhum risco ao meio ambiente e a saúde



humana, possibilitando seu possível uso em substituição a matérias-primas utilizadas na fabricação do clínquer portland.

Após classificar o resíduo, foi realizada coleta de uma amostra de diferentes pilhas do passivo existente, sendo homogeneizada e denominada de resíduo de caulim, em seguida foram realizadas análises químicas e para se determinar características essenciais para serem utilizadas nas simulações para a substituição as matérias-primas através de análise química por complexometria, determinação de sílica livre e espectrometria de raio x, os resultados obtidos encontram-se na tabela 4 e pode-se verificar que o percentual de dióxido de silício da argila em comparação com o percentual do resíduo são semelhantes.

Tabela 4: Resultados análises químicas e semiquantitativas

Composição Química	Argila (Teor em %)	Resíduo de caulim (Teor em %)
Dióxido de Silício SiO ₂	71,72	85,54
Óxido de Alumínio Al ₂ O ₃	15,96	8,31
Óxido de Ferro Fe ₂ O ₃	3,78	0,28
Óxido de Cálcio CaO	0,31	0,21
Óxido de Magnésio MgO	1,13	0,25
Óxido de Sódio Na ₂ O	0,04	0,31
Óxido de Potássio K ₂ O	0,06	2,80
Teor de umidade	8,21	9,54

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O resíduo proveniente do beneficiamento de caulim é um problema ambiental que vem mudando a paisagem da região em que as mineradoras estão inseridas.

Dos estudos realizados em laboratório, concluiu-se que o resíduo proveniente do beneficiamento de caulim é classificado como classe IIB (resíduo inerte) e apresentou-se similar a argila, uma das matérias-primas utilizadas na fabricação do clínquer portland.

Por ser similar a argila utilizada na fabricação do clínquer portland, o resíduo de caulim é passível de co-processamento, porém é necessário um estudo aprofundado, através de testes com aplicando percentuais de resíduos e diminuindo o percentuais de argila, desta forma pode-se chegar no valor ideal de consumo de resíduos sem afetar os módulos de sílica e alumínio da mistura (calcário, argila e resíduo) utilizados como indicadores de qualidade para a fabricação do clínquer.

Desta forma, é possível utilizar um percentual do resíduo in natura na fabricação do clínquer portland, garantindo um produto final (cimento portland) com características que não afetem o meio ambiente e a saúde humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. VILHENA, André & POLITI, Elie. Reduzindo, reutilizando, reciclando: a indústria ecoeficiente. São Paulo: CEMPRE, 2000.
2. DUDA, Walter H. Cement data book. Berlin: Macdonald and Evans, 1977.
3. FURTADO, Marcelo. Co-processamento de resíduos - Cimenteiras lucram com o lixo industrial. Química e Derivados. São Paulo: Editora QD, abr.2005.
4. SUDEMA. Inventário de resíduos sólidos industriais do estado da Paraíba – Brasil. João Pessoa, 2004.

