

Caracterização Mineralógica e Tecnológica do Caulim do Rio Capim - PA

Fabrcio Ribeiro Freire
Bolsista de Iniciação Científica, Geologia, UERJ

Luiz Carlos Bertolino
Orientador, Geólogo, D. Sc.

Adão Benvindo da Luz
Co-orientador, Eng. de Minas, D. Sc.

Resumo

O estudo visa à caracterização mineralógica e tecnológica do caulim da região do Rio Capim (Pará Pigmentos SA - PPSA), bem como a determinação da distribuição do íon ferro no minério. O caulim da região é essencialmente caulinitico, granulometria muito fina, alguns deles apresentaram 98% de suas partículas abaixo de 2 μm , após o alvejamento químico a alvura chega a 87,32% ISO.

1. Introdução

O termo caulim é usado para denominar a rocha que contém a caulinita, assim como para o produto resultante do seu beneficiamento. É formado essencialmente pela caulinita, apresentando cor branca ou quase branca, devido ao baixo teor de ferro. Em função de suas propriedades físicas e químicas, o caulim pode ser utilizado em uma grande variedade de produtos desde carga e cobertura para papel, até fertilizantes e outros (LUZ, *et al*, 2005, PEREIRA, 2001).

O Nordeste do estado do Pará, região do Rio Capim, destaca-se nacionalmente por suas grandes reservas de caulim para cobertura de papel. Ela está localizada entre a rodovia Belém-Brasília (trecho entre Ipixuna do Pará e Mãe do Rio) e o médio curso do Rio Capim. O principal nível do minério (caulim macio) está localizado, em média a 20 m de profundidade, recoberto por um nível de caulim duro e sedimentos argilosos arenosos (Formação Barreiras) (ALVES, 2001, CARNEIRO, *et al*, 2003).

A classificação do caulim da Pará Pigmentos S.A. foi desenvolvida observando-se diversos parâmetros texturais e secundários de cada intervalo litológico. Sendo então caracterizados nos seguintes tipos: Caulim Duro, Caulim Intermediário, Caulim Macio e Arenito Caulinitico (SIMONETTI, 2006).

2. Objetivos

Este estudo tem por finalidades realizar caracterização mineralógica e tecnológica dos diversos tipos de caulins que ocorrem na mina da PPSA e determinar a distribuição do íon ferro no minério, contribuindo de forma significativa para o melhor aproveitamento do depósito.

3. Materiais e Métodos

Foram coletadas 9 amostras na frente de lavra (Tabela 1) representativas de cada tipo de caulim.

Tabela 1. Identificação das amostras de caulim.

Amostra	Identificação	Tipos de Caulim
Am 1	CA1	Caulim Arenítico
Am 2	CA2	Caulim Arenítico
Am 3	CMA	Caulim Macio Arenítico
Am 4	CCM	Caulim Macio
Am 5	CAC	Arenito Caulinítico
Am 6	VER	Impurezas
Am 7	CM	Caulim Macio
Am 8	CI	Caulim Intermediário
Am 9	CD	Caulim Duro

3.1. Beneficiamento do Caulim

O caulim ocorre associado a várias impurezas, não atendendo, dessa forma, às especificações de mercado. Para promover o seu melhor aproveitamento é necessário realizar operações de beneficiamento. No laboratório as amostras passaram pelas seguintes etapas:

Secagem e desagregação: as amostras foram secas em estufas a uma temperatura média de 70°C, posteriormente foram desagregadas e cominuidas.

Homogeneização: amostra de 2,0 kg foi homogeneizada em pilha prismática e quarteada em amostras de 1,0 kg.

Classificação granulométrica a úmido: os ensaios de peneiramento foram realizados com 1,0 kg de amostra, utilizando as seguintes peneiras: 1,651mm, 1,168mm, 0,833mm, 0,589mm, 0,417mm, 0,295mm, 0,208mm, 0,147mm, 0,104mm, 0,074mm, 0,053mm, e 0,043mm.

Alvejamento químico: utilizou-se a lixiviação redutora em meio ácido. O processo consiste basicamente na redução do Fe^{3+} para Fe^{2+} , que é a forma mais solúvel em água e que possibilita sua remoção após a operação de filtragem. Utilizou-se da fração abaixo de 44 μm , em polpa a 30% de sólido e pH entre 3,0 e 3,5, 4 kg/t de ditionito de sódio, agitação por 20 minutos a uma rotação de aproximadamente 90 rpm. Durante a realização dos ensaios, alíquotas de 40 mL foram retiradas a cada 30 min, filtradas e secadas em estufa. Após a secagem foi determinada a alvura das amostras.

3.2. Caracterização Mineralógica

Os difratogramas de raios-X (DRX) das amostras foram coletados em um equipamento Bruker-D4 Endeavor, nas seguintes condições de operação: radiação Co K α (35 kV/40 mA); velocidade do goniômetro de 0,02° 2 θ por passo com tempo de contagem de 1 segundo por passo e coletados de 4 a 80° 2 θ . As interpretações qualitativas de espectro foram efetuadas por comparação com padrões contidos no banco de dados PDF02 (ICDD, 2006) em software Bruker Diffrac Plus.

As análises granulométricas foram realizadas em equipamento Sedigraph 5100 com o Software da Micromeritic V1.02. Preparou-se uma dispersão utilizando-se 100 mL de água para 10 g de amostra, elevou-se o pH com NaOH 5% p/v à faixa de 8-9 e homogeneizou-se a dispersão por uma hora até estabilização do pH. Os parâmetros de análise utilizados foram: temperatura de 34,8°C, densidade da amostra 2,640 kg/L, densidade do líquido 0,9942 kg/L, tipo de análise padrão e faixa de tamanho de partícula de 50,00 a 0,2 μ m.

4. Resultados e Discussões

4.1. Granulometria

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da granulometria passante abaixo de 44 μ m.

Tabela 2. Porcentagem da granulometria passante abaixo de 44 μ m.

AMOSTRA	-44 μ m %	AMOSTRA	-44 μ m %
Am 1 (CA1)	35	Am 6 (VER)*	30
Am 2 (CA2)	53	Am 7 (CM)	84
Am 3 (CMA)	73	Am 8 (CI)	58
Am 4 (CCM)	97	Am 9 (CD)	40
Am 5 (CAC)	62		

* A Am 6 não é uma amostra de caulim, e sim de impurezas.

As amostras 3, 4 e 7 foram as que mostraram o melhor rendimento (respectivamente 73%, 97% e 84%), pois as três são amostras da camada de caulim macio.

Apesar de se tratar de amostras da mesma camada de caulim, nota-se uma diferença entre as porcentagens de material passante abaixo de 44 μ m, pois é comum ocorrer variação na lateral e na vertical. Já as amostras 2, 5 e 8 apresentaram um rendimento baixo (respectivamente 53%, 62% e 58%). Isso ocorre porque as duas primeiras amostras foram retiradas da camada de caulim arenítico, (camada essa que apresenta uma quantidade de areia que pode ultrapassar os 70%), enquanto que a amostra 8 foi retirada da camada de caulim intermediário (faixa de transição entre o caulim duro e o macio).

As amostras 1 e 9 foram as que apresentaram o menor rendimento de material passante abaixo de 44 μm (respectivamente 35% e 40%). Apesar do caulim duro apresentar uma granulometria muito fina, a presença de quartzo é uma constante, pois ocorrem canais verticais preenchidos por material arenoso e níveis arenosos no topo, justificando assim seu baixo rendimento.

4.2. Alveamento Químico

Na Tabela 3 são apresentados os resultados do alveamento químico em intervalos de 30 minutos. A variação nos resultados de alvura nas diferentes condições de alveamento químico pode ter sido proveniente de flutuações do pH da polpa.

Tabela 3. Resultados do alveamento químico do caulim.

	ALVURA (% ISO)									
	ROM	-44 μm	30 min	60 min	90 min	120 Min	150 min	180 min	210 min	240 min
Am 1	83,95	85,22	86,54	86,60	86,70	86,29	86,33	86,38	86,53	86,06
Am 3	86,03	87,19	87,03	87,04	87,20	87,05	86,95	87,12	87,14	87,32
Am 4	78,79	79,14	79,53	79,47	79,49	79,53	79,50	79,57	79,59	79,75
Am 5	83,94	87,00	86,86	86,88	86,76	86,84	86,61	86,90	86,95	87,13
Am 7	79,23	84,07	84,62	84,81	84,57	84,63	84,66	84,71	84,71	84,91
Am 8	62,79	67,63	67,89	67,51	68,07	67,76	67,71	68,24	68,17	68,40

Comparando os valores iniciais (30 min) e finais (240 min) nota-se que houve um ganho na alvura que varia entre 0,22% e 0,51%. Mas se compararmos os valores de alvura das amostras ROM, com os valores medidos após todas as etapas de beneficiamento, observa-se que houve um ganho significativo em algumas amostras. As amostras 7 (CM) e 8 (CI), apresentaram respectivamente um ganho de 5,68% e 5,61% no índice de alvura. Enquanto que as amostras 1 (CA) e 4 (CCM) apresentaram respectivamente um ganho de 0,19% e 0,96%.

4.3 Difração de Raios-X

A difratometria de raios-x é a principal técnica utilizada na identificação mineralógica das amostras de caulim. Os difratogramas das frações -44 μm apresentam picos característicos da caulinita, demonstrando que o caulim é essencialmente caulinitico.

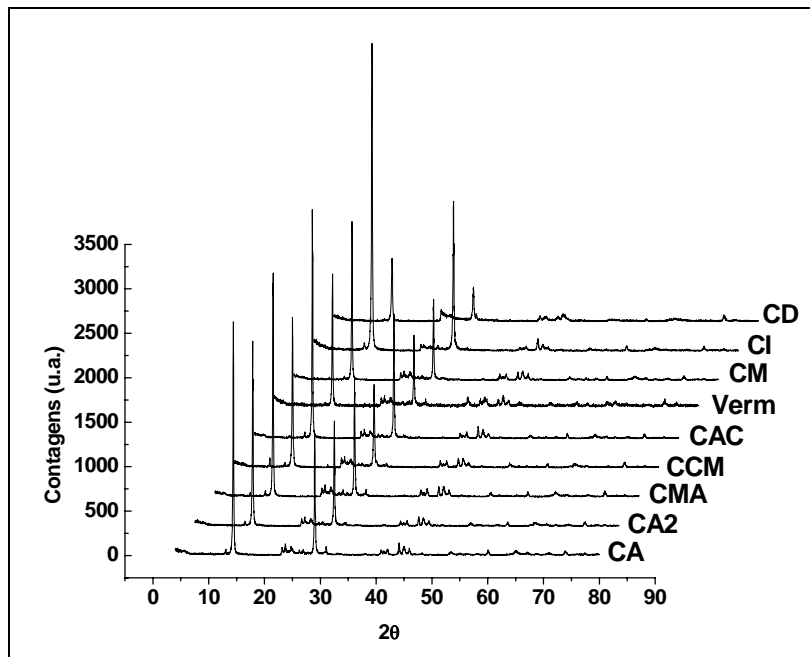


Figura 1. Difratomogramas de raios X das amostras de caulim. Co K α (35 kV/40 mA).

4.4 Sedigraph

As curvas de distribuição granulométrica obtidas pelo equipamento *Sedigraph*, estão representadas na Figura 2.

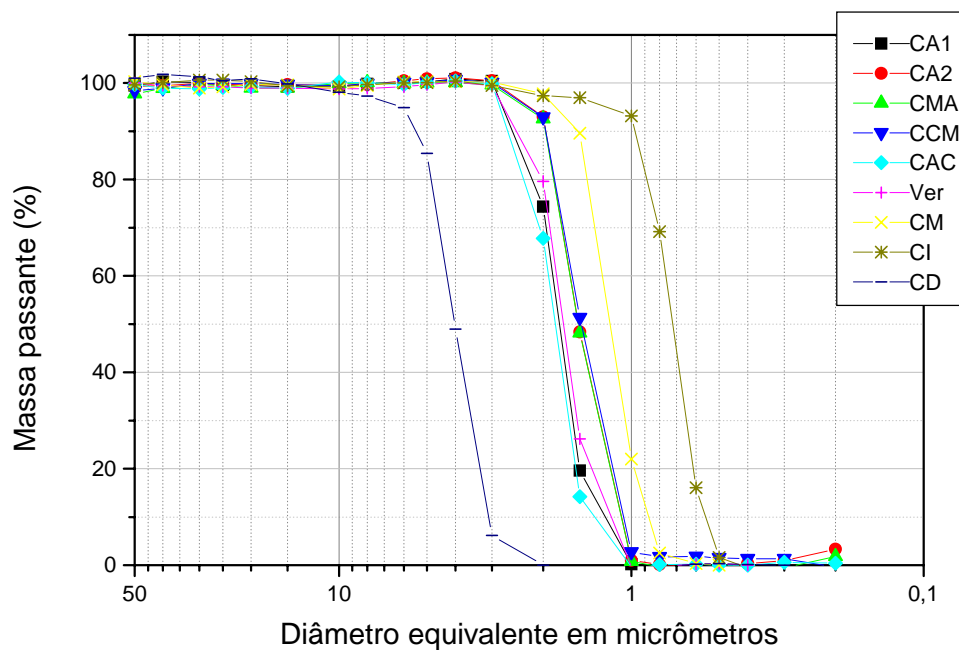


Figura 2. – Curva de distribuição de tamanho de partícula do caulim fração -44 μm .

Os resultados indicam que de maneira geral, os caulins que ocorrem na mina CAPIM 1 possuem uma granulometria muito fina, com destaque para as amostras CM e CI que apresentaram 98% de suas partículas abaixo de 2 μm . Sendo a única exceção o caulim CD.

5 Conclusão

O caulim da região do Rio Capim é de origem sedimentar, essencialmente caulínico, e as principais impurezas são o quartzo, muscovita, óxidos e hidróxidos de ferro.

Os ensaios de classificação granulométrica mostraram que o caulim (CM) apresenta o melhor rendimento, na faixa de interesse (-44 μm), chegando a apresentar valores de 97% de material passante. Enquanto que as amostras CA1 e CD apresentaram os piores rendimentos, chegando a apresentar valores de apenas 35% de material passante.

O processo de alveamento químico não proporcionou um aumento significativo no índice de alvura do caulim. Provavelmente devido às características e particularidades do minério da região. Os resultados indicam que parte do íon Fe^{3+} encontra-se na estrutura da caulinita substituindo o Al^{3+} .

O controle do pH durante o alveamento químico é fundamental para garantir a remoção do ferro. Porque o potencial dessa reação é maior para valores de pH baixo, favorecendo assim a redução do Fe^{3+} para Fe^{2+} .

As etapas de classificação granulométrica e de alveamento químico são necessárias ao beneficiamento do caulim. A classificação granulométrica elevou o índice de alvura em até 4,84%. Já o alveamento químico removeu os minerais portadores de ferro, elevando assim o índice de alvura em até 0,84 ponto percentual.

6 Agradecimentos

Ao CETEM e seus colaboradores, pelo suporte científico, técnico e laboratorial durante a execução do trabalho. A Pará Pigmento SA pelo apoio e fornecimento das amostras. Ao CNPq pelo apoio financeiro.

7 Referências Bibliográficas

ALVES, C. A. S. 2001. Geologia dos depósitos de caulim da Bacia do Capim, Nordeste do Estado do Pará, Brasil. VII Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém: Sociedade Brasileira de Geologia.

SILVA, F.A.N.G. Estudos de caracterização tecnológica e beneficiamento do caulim da região Borborema-Seridó (RN) 2007. 70 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (Brasil).

CARNEIRO, B. S., ANGÉLICA, R. S., SCHELLER, T., DE CASTRO, E. A. S., NEVES, R. F., 2003 "Caracterização mineralógica e geoquímica e estudo das transformações de fase do caulim da região do Rio Capim, Pará" *Cerâmica*, nº 49 (2003) pp. 237-244.

- LUZ, A. B., CHAVES, A. P., 2000, "Tecnologia do Caulim: ênfase na indústria de papel" In: *Rochas e Minerais Industriais*, v. 01, Centro de Tecnologia Mineral.
- PEREIRA, S., 2001. DNPM - Balanço Mineral Brasileiro 2001. Caulim 1-13. In: <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/caulim.pdf>
- SIMONETTI, G. 2006. Para Pigmentos - CAPIM I – Geologia e Mineração – Relatório Interno - Ano 2006.
- SOUSA, D. J. L. 2000. Caracterização geológica, mineralógica, química e física do caulim da Mina da RCC – Rio Capim Caulim (PA). Tese de mestrado. Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará, Belém, 116 p.