

Sessão – dia 05/08/1976

“INDUSTRIALIZAÇÃO DE CAULIM NO NORDESTE”

*Expositor:*

Eng. Abel Pinto Ribeiro Filho  
Fábrica de Papeis Simão

*Coordenador:*

Prof. Décio Casadei  
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
CMR

*O COORDENADOR* — Agradeço o convite para assumir a coordenação desta conferência e da mesma forma me sinto feliz em ter ao meu lado o Eng. Abel, que com certeza transmitirá aos senhores um volume apreciável de conhecimentos dentro de uma área de alto interesse. Basta lembrar que a instantes atrás o Dr. Mario da Silva Pinto se referia ao caulim específico para o papel, citando-o eventualmente como um dos problemas ainda existentes. É, portanto, uma feliz coincidência termos agora o Eng. Abel discorrendo sobre o assunto. Nosso conferencista, o Eng. Abel Pinto Ribeiro Filho, Engenheiro-Químico, é formado pela Escola de Engenharia Mackenzie, em 1967.

Passamos portanto à conferência do Eng. Abel, a quem eu cedo a palavra.

*O ENG. ABEL PINTO RIBEIRO FILHO* — Em primeiro lugar, gostaria de agradecer as palavras do apresentador. Procurarei definir uma coisa muito importante, como engenheiro do setor de papel. A formação profissional de muitos elementos que trabalham hoje com caulim, principalmente nos últimos anos, quando houve um desenvolvimento na parte de tecnologia, está de alguma forma ligada às indústrias de papel. Isto porque o caulim é a segunda matéria-prima mais importante para uma fábrica de papel.

### — INTRODUÇÃO

O caulim é uma das mais importantes matérias primas utilizadas na fabricação de papéis comuns para escrever e imprimir. É utilizado principalmente como carga, em porcentagens que variam de 10 a 20% e como pigmento básico em tintas de revestimento para produção de papel couché.

É um fator básico na confecção do custo da matéria prima de papéis comuns, estando em segundo lugar em importância, imediatamente após a celulose. Em 1975, as Indústrias de Papel Simão produziram quase 100.000 toneladas de papel, o que representa um consumo de quase 18.000 toneladas de caulim de carga.

Além disto, nos últimos anos a Simão está instalando novas máquinas de revestimento (coaters) para produção de papel e cartão couché. O tipo de caulim necessário para a formulação das diferentes tintas, o "coating clay", conhecido entre nós pela designação genérica de "caulim coloidal", tinha de ser importado dos Estados Unidos ou da Inglaterra, chegando ao Brasil a um custo muito alto, devido ao seu próprio preço FOB, frete e taxas. Por se tratar de material importado, os pedidos eram de centenas de toneladas, o que ocasionava um excesso de espaço ocupado no Depósito de Matéria Prima.

Os caulins de carga, em sua maioria, provinham de fornecedores instalados no Estado de Minas Gerais. Salvo algumas exceções, a mineração e beneficiamento desses caulins ainda não atingiram os níveis ideais, resultando em algumas variações na qualidade do material entregue. Além disso, houve

épocas de crise, nas quais o estoque de caulim atingiu valores quase críticos, por falta de disponibilidade dessa matéria prima.

Em função desses fatores, a companhia foi obrigada a especializar-se num ramo de atividade paralelo ao da produção de celulose e papel: o ramo do caulim. Eram seus objetivos básicos a produção de caulins de carga e revestimento de papel com qualidades e padrões do mercado internacional, mas utilizando matéria prima básica, investimento e tecnologia inteiramente nacionais.

O caulim selecionado para recobrimento de papel será aqui mencionado por simplicidade como "caulim coloidal", em função de ser um termo bastante conhecido e usado entre fornecedores de caulim e fabricantes de papel.

Os primeiros trabalhos no ramo de caulim consistiram na instalação de laboratórios para controle da matéria prima. O principal objetivo era garantir a uniformidade do caulim de carga como matéria prima para fabricação de papel branco, dentro de limites técnica e economicamente razoáveis, isto é: os testes e especificações tinham em mente, sempre, a criação de padrões tipicamente adaptados ao caulim brasileiro. Se relaxássemos ou exagerássemos em nossas faixas de especificações, proderíamos correr dois riscos: problemas na qualidade do papel produzido ou excesso de especificações para o produtor de caulim, onerando até a valores anti-econômicos o seu fornecimento.

Quanto ao caulim coloidal, a tendência natural foi a de procurar extraí-lo usando como base o caulim de carga disponível. Entretanto, alguns problemas sérios começaram a ser encontrados. Um dos problemas mais sérios era a formação geológica das jazidas de caulim em Minas Gerais, agravada pela desordenada mistura de caulins de diferentes formações que era feita, inadvertidamente, pelos próprios fornecedores. Em nossos processos experimentais, obtivemos caulins com bom diâmetro de partículas, excelente alvura, porém com propriedades reológicas razoáveis e alta abrasividade. Além disso, a qualidade final não era constante, devido aos problemas já citados com a matéria prima.

Nossa companhia passou a adotar, então, uma política diferente em relação ao assunto: começamos a pesquisar também as próprias jazidas objetivando o emprego de matéria prima adequada — o caulim bruto — e de um beneficiamento à altura de nossas necessidades. A produção de caulim coloidal e de caulim de carga, a partir de jazidas próprias, alterou as dimensões originais do projeto, resultando numa companhia subsidiária para esse fim. Constatamos a existência, em várias partes do país, de jazidas de caulim excepcionalmente bom para a produção de coloidal, porém de dimensões reduzidas, tornando anti-econômica sua exploração. Entretanto, nos estados do Nordeste, foram descobertas jazidas de excelente caulim para obtenção de coloidal, e, o que é mais importante, em quantidade tal a justificar economicamente sua extração.

Com o apoio da Sudene, foi instalada uma Unidade de Beneficiamento de Caulim de carga e coloidal no município de Campina Grande, Paraíba: a Caulisa — Indústria de Caulim S.A. Aproveitando a experiência adquirida nessa unidade, procuraremos, neste trabalho, apresentar alguns dados obtidos na prospecção do caulim em vários pontos do país, e conceitos básicos empregados na produção de caulim brasileiro para aplicação em revestimento e também como carga, além de resultados obtidos com o emprego desse caulim no revestimento de papel.

## 2 — PESQUISA DE JAZIDAS BRASILEIRAS

### 2.1 — *Objetivo básico*

O objetivo básico das pesquisas foi a de localizar jazidas que possibilitassem a produção econômica de um caulim coloidal suscetível de ser utilizado em máquinas de revestimento (coaters) de média-velocidade (500 metros por minuto). O caulim coloidal a ser produzido tinha de satisfazer a três necessidades básicas:

- a) — Boas propriedades reológicas — possibilitando a preparação de tintas de revestimento de sólidos elevados (até 60%) e boa tixotropia.
- b) — Pouca abrasividade — permitindo sua utilização em máquinas de revestimento tipo "blade".
- c) — Boas propriedades finais — ou seja, tais que possibilitassem a obtenção de uma superfície branca, brilhante e com boas características de impressão, no papel couché após a supercalandragem.

Esses três fatores devem ser encarados em conjunto, sob uma diretriz mestra: a procura da uniformidade em qualidade. A utilização de um caulim com qualidades variáveis pode revelar-se totalmente anti-econômica, principalmente no caso do coloidal.

A jazida deveria ser essencialmente caulínica, sendo que o teor de possíveis contaminações com haloisita ou montmorilomita deveria atingir somente níveis mínimos. Deveria ser levada em conta, também, a posição da jazida em relação a estradas e possíveis centros industriais.

### 2.2 — *Qualidade Padrão*

Na determinação dos padrões de qualidade, foram levados em conta os dois tipos de caulim para revestimento normalmente utilizados, o americano e o inglês.

O caulim americano é obtido de firmas tradicionais, que obtém o caulim bruto de minas que estão todas situadas praticamente na mesma região dos Estados Unidos, nos estados de Georgia e South Carolina. É um caulim tipicamente secundário, que se formou originalmente no Piedmont Plateau, na Georgia,

há alguns milhões de anos e que foi sendo vagarosamente depositado em quietas lagunas anteriormente situadas na chamada Fall Line. O processo de transporte do caulim deu lugar a um tipo de seleção natural, tendo como resultado a formação de imensos depósitos de caulim secundário de alta pureza (com rendimento por vezes superior a 90%) e reduzida abrasão. O caulim possui boa distribuição granulométrica, possibilitando produtos beneficiados de alta qualidade e baixa viscosidade, porém com um problema: a presença de  $TiO_2$  sob a forma de partículas muito finas de anatase, o que resulta numa cor tipicamente amarelada, que pode ser melhorada por processos dispendiosos que encarecem o produto.

O caulim inglês é obtido de depósitos em Cornwall e Devon; é um caulim primário, de excelente qualidade, com uma tonalidade mais tendente para o azul, e em média com viscosidade mais elevada que o americano.

Os estudos desenvolvidos por vários autores tornavam mais provável a existência de caulins nacionais com características finais mais próximas às do caulim inglês, devido as nossas origens geológicas.

Entretanto, nossa experiência anterior baseava-se no uso de caulins americanos, sendo que quase toda a literatura disponível tratava desses caulins. Além disso, a existência, no mercado internacional, de vários tipos padronizados desses caulins contribuiu para a seleção do caulim americano como padrão de comparação. Esses tipos padronizados em qualidade e preço foram determinados por fatores econômicos de mineração e mercado, apesar da formação geológica privilegiada do Estado da Georgia.

Como não existem especificações oficiais para os "coating clays" americanos, os produtores procuraram caracterizar seus caulins por meio de ensaios físicos, químicos e mineralógicos, estabelecendo níveis de qualidade para os vários tipos de caulim fornecidos. O primeiro critério de separação levava em consideração, principalmente, a granulometria do caulim; tal critério deixou de ter sentido com o aparecimento de novos tipos de caulim, obtidos por processos especiais, como o delaminado.

Como resultado desse esforço dos produtores, existem no mercado, basicamente, sete tipos característicos de caulim americano para revestimento.

Na ausência de especificações brasileiras para caulim, convenciamos que os comerciais americanos seriam tomados como padrão de comparação para a qualidade final do coloidal brasileiro. Normalmente, seria necessário tomar um cuidado especial para adaptar as condições típicas de formação de nosso caulim às americanas, a fim de que não fossem estabelecidos padrões irrealizáveis economicamente. Como já foi citado, levava-se em consideração, essencialmente, a alvura, capacidade de brilho, distribuição granulométrica e fatores que influenciam nas características de fluxo de sistemas com caulim.

### 2.3 — *Resultados Preliminares*

Nas amostras provenientes das primeiras prospecções realizadas em São Paulo e Minas, assim como amostras de caulins normalmente utilizados como carga em papel, foram examinados nos seguintes aspectos:

- Alvura inerente do caulim bruto.
- Quantidade e tipo de impurezas existentes no caulim bruto.
- Determinação da porcentagem de partículas com diâmetro equivalente inferior a 2 microns encontradas no caulim preliminarmente beneficiado.
- Avaliação das propriedades reológicas do caulim coloidal final.
- Facilidades de branqueamento.

Os primeiros resultados não foram animadores, pois:

- a) Foram encontradas, em São Paulo e Minas, algumas formações de caulim secundário, com boas propriedades reológicas; entretanto, as jazidas eram muito pequenas e excessivamente contaminadas para justificar estudos posteriores.
- b) Os caulins provenientes de São Paulo eram excessivamente contaminados por haloisita, em proporções variadas (de 30 a 80%) tornando inadequada sua utilização como base para caulins coloidais. Além disto, as jazidas apresentavam um excesso de contaminação por óxido de ferro.
- c) Os caulins provenientes de Minas Gerais, e usualmente empregados como carga, eram em sua maioria caulins essencialmente primários, com extensa contaminação por haloisita. Certas jazidas apresentaram um rendimento de 25% de coloidal sobre o caulim bruto; entretanto, a grande quantidade de mica, a presença de haloisita e a possibilidade de contaminação com óxido de ferro na mineração tornaram muito pouco viável sua exploração.

A partir desses resultados, fomos obrigados a concluir que, apesar de não termos tido oportunidade de efetuar um levantamento completo desta região, era razoavelmente improvável a existência de depósitos de caulim primário ou secundário em São Paulo e Minas com capacidade de fornecer um caulim coloidal em condições econômicas.

A única área que oferecia condições razoáveis para exploração de caulim coloidal era a dos caulins primários do Nordeste, principalmente os pegmatitos de Borborema, nos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, que já vinham sendo explorados há alguns anos, para a produção de cerâmica.

### 2.4 — *Pesquisa no Nordeste*

Tendo em vista a extensão da área, as pesquisas foram concentradas, de início, em zonas nas quais o caulim estava sendo ou já havia sido explorado

para a indústria cerâmica. Procurávamos confirmar a existência de reservas que justificassem o arrendamento de áreas pegmatíticas com caulim.

O primeiro programa foi considerado expedito, levando-se em consideração os fatores custo e tempo. Caso fossem encontradas áreas consideradas como promissoras, poderia ser executado um programa mais detalhado e a prazo mais longo, visando a lama mais racional e mais econômica, antecipando as características e a localização da matéria prima a ser extraída.

As zonas caulinizadas foram amostradas dentro da técnica normal; as amostras foram convenientemente classificadas e enviadas ao laboratório para análise; também foi investigada a ocorrência de caulins em zonas ainda não exploradas.

A avaliação dos pegmatitos já lavrados e dos novos locais de ocorrência foi feita através da escavação de poços, trincheiras e "cross cuts".

### 2.5 — Resultados do Nordeste

Os resultados da prospecção no Nordeste podem ser assim resumidos:

- a) Da mesma forma que em São Paulo, foram encontradas algumas áreas com caulim secundário, entretanto num grau de contaminação tal que tornava anti-econômica sua exploração. Ao mesmo tempo, as jazidas eram pequenas e situadas em áreas de difícil acesso.
- b) Amostras de áreas nos municípios de Junco e Santa Luzia, no Estado da Paraíba, e Parelhas e Equador, no Rio Grande do Norte, onde há ocorrências pegmatitas, revelaram a presença de caulins, especificações ideais de qualidade e beneficiamento econômico para obtenção de caulim coloidal e caulim de carga. Os testes efetuados no Instituto de Pesquisas Tecnológicas revelaram a presença de formações tipicamente cauliníticas, com índices mínimos de haloisítica (praticamente desprezíveis). As partículas tinham forma hexagonal bem definida.

A alvura média era sempre superior a 84% (medição photovolt). O rendimento obtido com peneira 325 mesh variava de 60 a 80%, nas zonas melhores, mas apresentava valores bem reduzidos na piçarra. O caulim bruto continha muita pouca mica.

Destacava-se a excelente distribuição granulométrica do caulim proveniente de certas jazidas; experiências de laboratório demonstraram a possibilidade de serem obtidos coloidais de excelente comportamento reológico, inclusive quando da preparação de dispersões de caulim de 68 a 72% de sólidos.

- c) Amostras de áreas provenientes de estados vizinhos, e na própria Paraíba, demonstraram a existência de caulins de ótimo rendimento, boa alvura e boa distribuição granulométrica; entretanto, as dispersões de caulim em água atingiram valores elevados de viscosidade quando o teor de sólidos

ultrapassava 60%, apesar do uso de dispersantes. Apesar de não terem sido realizados os testes específicos, há grande probabilidade de que as propriedades de fluxo adversas provenham de uma excessiva contaminação de montmorilonita em algumas jazidas. O caulim dessas jazidas poderia ser usado como carga, mas estavam afastadas as possibilidades de seu emprego, como coloidal, na preparação de tintas de revestimento.

- d) Foram também, analisadas amostras de áreas já exploradas para obtenção de caulim para cerâmica, e que apresentaram resultados variados.

## 2.6 — Conclusões

Não foram encontradas, no Nordeste brasileiro, áreas com caulim secundário que apresentassem características razoáveis para uma extração econômica. Há, evidentemente, alguma possibilidade da existência de caulim secundário em áreas ainda inexploradas.

Foram encontradas jazidas primárias com real possibilidade econômica e, em certas áreas, praticamente na superfície. Entretanto, apesar dos bons resultados de viscosidade, foram notadas diferenças entre caulins provenientes de diferentes jazidas. Em função disto, haveria uma diferença entre produção de caulins coloidais provenientes de jazidas diferentes, o que iria prejudicar sobremaneira uma das mais importantes características do caulim coloidal: sua uniformidade. A solução encontrada é a mesma que é adotada nos Estados Unidos: a perfeita caracterização do caulim proveniente de cada jazida e a mistura proporcional dos mesmos antes do beneficiamento. Com isto, seria possível a obtenção de um produto final com características razoavelmente definidas e constantes. Como conseqüência, haveria a compensação da uniformidade.

Devido à necessidade de mistura, e como política de abastecimento, haveria a necessidade de serem exploradas várias jazidas simultaneamente. Isto implicaria num maior investimento financeiro, limitaria o uso de equipamento motorizado e aumentaria a necessidade de controles locais, mas seria compensado pela uniformização do produto final. Além disso, a região apresenta mão de obra ociosa abundante e a um custo razoável; o aproveitamento dessa mão de obra seria interessante economicamente e, com a criação de novas fontes de emprego, haveria uma colaboração efetiva para o desenvolvimento da região.

Como conseqüência, na primeira etapa optou-se pela mineração em túneis, com o emprego de pá e picareta, e pela diversificação das jazidas.

A mineração com pá e picareta apresenta uma baixa produção; entretanto, o seu acompanhamento por geólogos experientes permite um melhor conhecimento sobre o comportamento do veio pegmatítico da região, evitando grandes investimentos em tempo e dinheiro para remoção do estéril em lugares não apropriados. Ao mesmo tempo, a produção inicial reduzida permite a implan-



tação definitiva de estradas secundárias que possam ser utilizadas por caminhões sob qualquer tempo.

A exploração a céu aberto, com equipamento motorizado, pode ser encarada como uma segunda etapa, para certas áreas, a fim de compensar economicamente sua utilização.

### 3 — BENEFICIAMENTO DE CAULINS BRASILEIROS DO NORDESTE

#### 3.1 — Localização

Da determinação do local ideal para instalação de Unidade de Beneficiamento para produção de caulim para revestimento e carga, quatro itens se fazem indispensáveis:

- Proximidade das fontes de matéria prima principal (na maioria dos casos, das jazidas pigmáticas).
- Disponibilidade de água, que é necessária ao processo industrial.
- Disponibilidade de energia elétrica.
- Disponibilidade de transporte.

#### 3.2 — Processo de Produção

Podemos considerar dois métodos, tradicionais, para a obtenção de caulim para papel.

O processo mais simples é o processo a seco (air floatation). O caulim bruto é seco, e pulverizado com moinho de bolas.

As partículas mais finas são removidas das câmaras de impurezas por correntes de ar e transportadas para câmaras coletoras apropriadas. O processo a seco produz caulim de baixo custo, porém, torna impossível uma separação econômica das partículas de granulometria desejada para a obtenção do coloidal, e somente pode ser utilizado para certos tipos de caulim, com muito pouca mica.

O segundo processo, por via úmida, é muito mais complexo e oneroso; entretanto, possibilita a separação de boa porcentagem das partículas com granulometria requerida. Normalmente, é o processo empregado na obtenção de coloidal, apresentando o caulim para carga como produto adicional. Apresenta muito bons resultados com caulins do Nordeste como matéria prima para beneficiamento.

Apesar de, basicamente, o processo por via úmida seguir sempre os mesmos conceitos apesar das diferentes origens de caulins, há a necessidade de serem efetuadas certas adaptações em algumas das características do processo, a fim de ter condições de processar economicamente caulins nacionais.

Em nossa opinião, um processo para obtenção de caulim coloidal deve conter 5 etapas distintas, como segue:

a) *Armazenagem e mistura*

Na primeira etapa, temos a armazenagem de caulim de processo. Como normalmente, é necessária a mistura de caulins de diferentes procedências e em proporções razoavelmente exatas, o lay out da instalação deve prever extremas facilidades para essa mistura, levando-se em consideração que a operação é contínua e erros de dosagem podem desclassificar a qualidade do produto final. Deve-se dispor de áreas cobertas com espaço suficiente para formação de vários pequenos depósitos de caulins de qualidade diferente, procurando se estabelecer quantidades proporcionais às que serão empregadas na dosagem. Queremos salientar que estamos nos referindo somente à armazenagem do caulim a ser processado e não aos estoques normais de caulim bruto; o caulim que vem diretamente das jazidas pode ser estocado ao ar livre, evidentemente em zonas distintas por jazida.

A mistura pode ser feita nos próprios desagregadores, já na fase de lavagem. Podem ser empregados vários desagregadores operando em paralelo, sendo que cada desagregador é alimentado com caulim proveniente de um ou mais lotes, através de esteiras transportadoras. Um operador treinado pode facilmente estimar as condições de dosagem pela observação da quantidade de caulim carregada pelas esteiras; o controle de área permite uma segunda avaliação das quantidades consumidas.

b) *Separação de impurezas*

Nesta segunda etapa, o caulim bruto é desagregado em água, até uma concentração de 15 a 25%. Para uma boa dispersão, é necessária uma agitação razoavelmente violenta; entretanto, se essa agitação for demasiadamente violenta, pode haver uma fragmentação de impurezas presentes, principalmente a mica, tornando difícil a separação posterior das mesmas; são utilizados, normalmente, batedores típicos de cantoneiras.

O caulim disperso deve passar então, por peneiras de várias granulometrias e é beneficiado em hidrociclones, passando finalmente por peneiras de malha 325 e sendo recolhido em tanques apropriados. Podem ser usadas peneiras rotativas, de baixa velocidade de rotação, que resolvem bem o assunto.

O maior problema reside nos hidrociclones. Estes devem ser desenhados de acordo com o tipo de caulim a ser processado, e são facilmente danificados por excesso de abrasão. É conveniente a utilização de hidrociclones de tipos diferentes em série, segundo princípios análogos aos dos "centri-cleaners" das máquinas de papel. O resíduo argiloso dos caulins do nordeste — totalmente diferente dos resíduos arenosos dos caulins de Minas — exige atenção especial, para evitar entupimentos nas saídas de resíduos e conseqüente contaminação do processo.

*c) Obtenção de caulim coloidal*

O caulim já beneficiado deve ser estocado em tanques de baixa capacidade de retenção, a fim de evitar sedimentações indesejáveis. A retirada de coloidal pode ser feita em ultracentrífugas, com um "hidroseparator" atuando como fonte primária de separação. As ultracentrífugas, rodando em alta velocidade, permitem a separação de considerável parte de coloidal encontrado no caulim de alimentação. O resíduo da ultracentrifugação pode ser reprocessado ou seguir para outra centrífuga operando em série com a primeira. O aceite das centrífugas, contendo o coloidal com a distribuição granulométrica desejada, segue para os tanques de espessamento. O rejeito, que ainda é caulim de boa qualidade, porém com granulometria elevada, segue para a instalação de caulim de carga para mistura.

*d) Obtenção de caulim de carga*

O caulim de carga é obtido através de mistura do resíduo do caulim de carga com caulim comum, do qual não foi separado o coloidal. A mistura pode ser feita em tanques com média ou alta agitação. O caulim está pronto para seguir para os tanques de espessamento. De acordo com nossa experiência, podemos afirmar que o caulim de carga obtido por este processo apresenta uma distribuição granulométrica razoavelmente igual ao fornecido pelos produtores mineiros, com a vantagem de uma alvura mais elevada e menores índices de abrasão.

*e) Secagem*

Finalmente, na última etapa temos a secagem. Há várias maneiras de se secar o caulim, utilizando equipamentos relativamente caros: "spray dryers", fornos especiais, etc. Entretanto, um processo relativamente simples e pouco dispendioso consiste na secagem ao ar, após confecção de tortas em filtro prensas. O maior problema é a contaminação das tortas em secagem nas prateleiras; entretanto, se as condições de poluição do ar o permitirem, o assunto pode ser resolvido com o adequado posicionamento da área de secagem em relação à área de beneficiamento.

#### 4 — USO DE CAULINS BRASILEIROS NA FORMULAÇÃO DE TINTAS DE REVESTIMENTO

Encontramos, em alguns trabalhos sobre caulins, diversas referências a experiências de laboratório realizadas com misturas de caulins americanos e caulins brasileiros provenientes de jazidas em São Paulo e Minas Gerais. Dois fatos são destacados: primeiramente a lisura do papel recoberto com a mistura de caulins apresentava resultados muito aquém aos esperados em função da proporção de mistura. Além disso, é destacada a queda de alvura sofrida por certos caulins nacionais quando aplicadas sobre o papel.

Podemos constatar, em laboratório, que essas observações são realmente válidas, porém como citam os autores, somente para certos tipos de caulins. Em função de nossa política de abastecimento, utilizamos por alguns anos uma mistura de caulim n.º 2 americano, de tonalidade amarelada, com um caulim coloidal proveniente de Minas Gerais, porém somente com 50-55% de partículas com diâmetro equivalente inferior a 2 microns. Essa mistura de caulins era utilizada em máquinas de revestimento tipo "metering bar", instalada "on-machine" em máquinas de cartão. Do que pudemos constatar, não havia perda acentuada de alvura no caulim brasileiro, puro ou misturado com o americano. A mistura provocava uma considerável redução no brilho que poderia ser obtido no cartão com revestimento, o que não era problema, pois fabricávamos cartão mate; entretanto, a adição de proporções variadas de caulim nacional à dispersão de caulim americano produzia um bom incremento na alvura final do revestimento, possibilitando a diminuição considerável do Dióxido de Titânio, que era empregado como pigmento auxiliar.

Antes da instalação da Unidade de Beneficiamento no Nordeste, foi realizado um beneficiamento de caulim da Paraíba, em caráter experimental, nas instalações de um de nossos fornecedores de caulim de carga. Foram obtidos caulins beneficiados com 75% de partículas com diâmetro equivalente inferior a 2 microns, branqueados e não branqueados. O caulim branqueado, com uma alvura de 87° (Photovolt) foi utilizado em escala industrial em nossos "metering bars", produzindo cartões com excelente alvura e brilho; este caulim apresentou viscosidade de 500-600 cp a 70% de sólidos, medida usando-se o viscosímetro de Brookfield a 50 rpm.

Com a entrada em funcionamento da nova máquina de revestimento tipo "Blade coater", começamos a investigar mais a fundo as propriedades reológicas de dispersões de caulins da Paraíba e de tintas de revestimento preparadas com esses caulins. O comportamento reológico das tintas de revestimento durante a preparação e subsequente aplicação sobre o papel depende largamente das propriedades do caulim utilizado. Para máquinas tipo "blade", como a nossa, estas propriedades devem ser consideradas como tão importantes quanto a alvura do caulim e suas características de brilho e acabamento. Infelizmente, todos os estudos tiveram de ser realizados somente com o emprego do viscosímetro Brookfield.

Com os caulins do Nordeste provenientes de lavras selecionadas, foi possível a preparação de dispersões de caulim a 70% com suficiente fluidez para passarem por peneiras de malha relativamente fina. Entretanto, para valores mais elevados de sólidos, a viscosidade aumentava rapidamente, em proporções bem superiores às verificadas com caulins americanos. As dispersões eram facilmente realizadas em dispersores de alta velocidade; apenas o consumo de dispersante comercial (polysal) era bem mais acentuado (até 0,4%) em função do caulim não ser pré-disperso e, além disso, tem sido flocculado com sulfato de alumínio durante a etapa de beneficiamento.

Certos caulins, provenientes de áreas próximas às quais a montmorilonita é explorada, atingiram viscosidades elevadíssimas já a 55-60% de sólidos; este fato é citado correntemente na literatura especializada e como foi citado, forçou-nos a rejeitar caulins dessas lavras como base para coloidal.

Foram preparadas, em laboratório, diferentes formulações de tintas de revestimento utilizando caulins variando de 80 a 90% em teor de partículas abaixo de 2 microns. Como adesivos, foram utilizadas diferentes relações entre amido modificado (Noredux M-150, da Refinações de Milho) e adesivo sintético (Acronal BASF e látex Dow), porém sempre com um teor total de adesivo variando entre 18 e 20%, em relação ao caulim. Como dispersante foi utilizado o Polysal; os outros ingredientes, como bactericidas, lubrificantes, anilinas, etc, foram os empregados em nossas formulações normais.

Em paralelo, foram preparadas formulações idênticas com caulim americano n.º 1 e 2, para comparação. A única diferença foi o maior teor de soda e dispersante para o caulim do nordeste, que não era pré-disperso.

As aplicações foram feitas com barrinhas dosadoras, usando como base um papel apergaminhado padrão; em média, foram aplicados filmes entre 12 e 20 g/m<sup>2</sup>.

Pudemos constatar que os papéis recobertos com tinta feita com caulins do nordeste apresentavam alvura igual ou superior à de tintas com caulins americanos n.º 1 e 2, apesar da alvura do caulim nacional seco utilizado estar localizada entre 82 — 84° (photovolt). Ao mesmo tempo mediu-se o brilho das folhas recobertas após terem passado pelo "nip" inferior da supercalandra; os caulins nacionais de melhor distribuição granulométrica apresentaram resultados idênticos aos caulins americanos n.º 1.

As tintas de revestimento foram preparadas, inicialmente, a 57—62% de sólidos e em seguida diluídas a 25% para aplicação com as barrinhas dosadoras. Foi possível observar que tintas preparadas com caulins de menor viscosidade se apresentaram a 58% de sólidos, com viscosidade idêntica a de tintas preparadas com a mesma formulação e com caulim americano, mas a 60% de sólidos; essa viscosidade variava de 2.000 a 4.000 Brookfield, a 50 RPM.

Como "regra de dedo", para a mesma viscosidade, há uma diferença no teor de sólidos de 1 a 2%, entre o caulim americano e o do nordeste. Como, devido a problemas de uniformidade, devem ser misturados caulins de jazidas selecionadas em proporções definidas, haverá um aumento na viscosidade média do caulim, mas estimamos que tal aumento não acarretará problemas na viscosidade final da tinta. No máximo, a diferença de sólidos citada pode atingir a 2,5%; isto permitirá a preparação de formulações a 58 e 59%, — que é um valor bem razoável para máquinas de revestimento tipo "blade coater".

Outra possibilidade estudada foi a de se misturar o caulim da Paraíba com caulins americanos selecionados. Os resultados não foram os esperados, principalmente agora, que queríamos brilho. Em outras palavras, a adição de caulim americano super brilhante não aumentava proporcionalmente o brilho de papéis recobertos com tintas preparadas com caulins nacionais. Entretanto, tal fato foi constatado em escala industrial também com dois caulins america-

nos de diferentes qualidades. Isso nos permite concluir que muitas vezes pode não ser interessante, economicamente, a mistura de dois tipos diferentes de caulim, a não ser que sejam selecionados dois caulins específicos em proporções cuidadosamente definidas.

Foram fornecidas amostras de caulins do nordeste a vários fornecedores, no sentido de se determinar que caulins americanos podem ser empregados em mistura com os caulins da Paraíba e que resultem num aproveitamento das várias qualidades dos dois tipos; ainda não temos resultados.

Podemos concluir que pode ser obtido um excelente caulim coloidal brasileiro a partir de caulim bruto, caulínítico, proveniente de lavras localizadas na área dos pegmatitos da Borborema.

Para se conseguir essa qualidade, deve ser feito um rigoroso selecionamento das jazidas para lavra. O caulim bruto obtido dessas lavras, deve ser devidamente analisado, de modo a se poder efetuar um processo definido de mistura; o controle de qualidade durante o beneficiamento, principalmente na etapa de separação do coloidal, deve ser rigoroso.

Esses caulins apresentam excelente alvura — 84° (Photovolt) média, podendo ser alvejados em 4 a 5 pontos; certas lavras apresentam-se com caulins ainda mais alvos, porém são bem mais escassas.

Os caulins do nordeste, após a conveniente separação do coloidal, podem produzir excelente brilho e bom poder de cobertura; sua viscosidade é levemente superior à de caulins americanos, ao mesmo teor de sólidos, porém ainda dentro de limites razoáveis para serem usados, puros ou em mistura, em máquinas de revestimento de vários tipos, inclusive nas que exigem tintas com elevado teor de sólidos, com os "blade coater".

## DEBATES

*PERGUNTA* — Abraão Chaim — Mineração Santa Mônica.

Quanto ao aspecto político da indústria Caulim Simão, eu gostaria de saber qual a percentagem de produção deles e, futuramente, quais são os planos e quando a produção de Jari começará a ser efetivada.

*RESPOSTA* — Quando eu estive lá, há alguns meses eles estavam testando com água os tanques, então Jari deverá entrar em produção, se não já estiver, em agosto.

Quando V. falou na parte de política, eu diria que a Caulisa, subsidiária da Simão, tem uma produção que deverá chegar a umas 10.000 ton anuais. Enquanto que o consumo brasileiro de caulim coloidal é de aproximadamente 20.000 toneladas.

*PERGUNTA* — José Julio Carneiro — Geólogo.

Tenho tido informações de que existe um novo processo industrial através do qual, o caulim de qualidade inferior, no caso o caulim aloisítico, do Sul do Brasil poderia ser transformado num caulim de qualidade superior destinado à cobertura. É o chamado processo de delaminação do caulim. Eu gostaria de saber do ilustre conferencista se conhece alguma coisa sobre este processo e sobre a sua viabilidade no Sul do Brasil.

*RESPOSTA* — O que tentei saber sobre a delaminação do caulim foi muita coisa, mas o que consegui foi pouco, porque é uma tecnologia muito fechada às indústrias americanas. O caulim delaminado foi desenvolvido nos EE.UU. principalmente para o papel, o L.W.C., um papel muito leve para ser utilizado pelo correio. Como a maior parte das revistas americanas eram feitas em papel couché foi pedido que se baixasse a gramatura do papel para que fosse barateado o custo do correio. Então, as indústrias de caulim passaram a desenvolver um caulim que tivesse um poder maior de cobertura, ou seja com menos grama de tinta (uma tinta de revestimento representa de 10 a 20 gramas/metro<sup>2</sup>) se obtivesse uma mesma superfície para imprimir e uma boa opacidade. Então eles partiram para esses caulins delaminados. E essa delaminação de caulim pode ser feita de inúmeras formas, principalmente através de vidros super-especiais, tratados termicamente, e então uma formação grosseira de caulim compostas de várias camadas diagonais, é aberta e é utilizado esse caulim que tem uma formação hexagonal maior do que o caulim tradicional. Nós compramos um caulim delaminado e não deu muito bom resultado, talvez porque não tenhamos sabido utilizar.

O primeiro problema que se nos apresentou foi tratar-se esse processo de um segredo industrial, somente detido por algumas fábricas americanas, mas se pode conseguir, entretanto o seu custo é muito grande para um mercado de apenas 20.000 ton. Nós chegamos à conclusão de que só nos interessaria partir para qualquer coisa desse tipo se tivéssemos um consumo superior a 200 ou 250.000 ton/anuais, 10 ou 12 vezes o mercado potencial brasileiro. Então teremos que exportar e para exportar seria necessário montarmos uma estrutura de vendas no exterior. E me parece que a própria formação do caulim não foi adequada no Norte para ser feita essa delaminação.

*PERGUNTA* — Dr. Wilson Scarpelli — UNIGEO-Geologia e Mineração-RJ.

Eu quero parabenizar o conferencista pelo aproveitamento de uma matéria-prima do Nordeste que não estava sendo usada e gostaria de saber sobre um detalhe que a mim não ficou claro:

A Caulisa também está minerando aqueles depósitos ou está apenas comprando caulim de pequenos produtores?

Em qualquer dos casos poderia informar sobre as expectativas de reservas do Nordeste? Por quanto tempo esperam continuar se abastecendo do Nordeste, de caulim?

*RESPOSTA* — Vamos dizer que nós estamos comprando de garimpeiros e fazendo pesquisas para a preparação de caulim. Temos lá 8, 9 lavras, mas somente duas ou três estão sendo utilizadas para abastecimento próprio, inclusive a céu aberto, e o resto é feito por compra a garimpeiros.

O caulim existente no Nordeste é muito difícil de ser dimensionado, porque o veio do caulim, desaparece, some e V. não acha. Então fomos obrigados a fazer um estudo se interessava para nós irmos para o Nordeste ou não. Calculamos que haveria o suficiente para 50 anos de operação e paramos por aí. Então não posso dizer se temos para 50 anos ou se para 500 anos. Existe muito caulim, mas vai acontecer que a cada ano que passa vai ser mais difícil a obtenção do caulim porque os veios vão ficar colocados talvez muito distantes, ou então, serão necessárias aberturas de estradas, ou vai ser localizado em terras que começam a valorizar, o elemento não quer dar a permissão para a mineração. Começa a surgir uma série de problemas.

Também o veio passa ser muito profundo e torna anti-econômica a sua exploração. Entretanto, ao menos teoricamente os levantamentos feitos pelos nossos geólogos garantiram que tínhamos caulim para pelo menos 50 anos de exploração, se quiséssemos minerar a uma média de umas 15.000 toneladas de caulim anuais, ou seja beneficiar de 30 a 35.000 toneladas anuais de matéria-prima.

*O COORDENADOR* — Um esclarecimento relacionado ao que foi dito agora. Parece-me que, apesar das informações do geólogo da sua empresa, eu gostaria que fosse dito alguma coisa, de sua parte, com respeito à conjuntura de informações de que a Fábrica de Papel Simão tinha por ocasião da decisão do



investimento da ordem de 8 milhões de cruzeiros, quando parte dessas informações eram devidas àqueles pequenos geólogos, as formigas, e, portanto, em que conjuntura a Fábrica de Papel Simão pôde decidir por este investimento?

*RESPOSTA* — Foi muita coragem. Nós computamos o texto e chegamos à conclusão de que era viável correremos o risco. Mas ao verificarmos que existia caulim e que eram viáveis as condições e principalmente devido à dependência que tínhamos dos fornecedores que não possuíam condições de nos atenderem, nós fomos obrigados a nos virarmos e se não existisse caulim lá, nós teríamos que dar um jeito para arrancar caulim de algum lugar, porque a indústria necessitava do caulim e estava tendo prejuízo, se não tivéssemos aquela matéria-prima. Pelos nossos cálculos se a Caulisa nos desse caulim por 3 anos, só aquilo que nós teríamos de segurança de mercado, de poder vender papéis e tudo o mais, já justificaria o investimento. Quer dizer, é uma decisão essencialmente industrial. Nós fomos obrigados a achar caulim e não considerar se teríamos um bom investimento, inclusive foi decidida a operação da Caulisa, mesmo que ela passasse a ser uma empresa deficitária, porque era preferível arcarmos com os prejuízos do que não termos a matéria-prima disponível, quando houvesse necessidade para a fabricação de papel e para atender compromissos principalmente na área de exportação, pois já começávamos a exportar. Não podemos chegar a um comprador lá no Paquistão e dizer, nós não vamos mandar o papel porque não temos caulim. Então vamos comprar de outro, temos obrigação de manter e às vezes chegamos até a ameaçar parar por causa de caulim.

*O COORDENADOR* — Como o custo e problemas de importação teriam influenciado na decisão?

*RESPOSTA* — No caso do caulim de carga, ele não é importado porque não se justifica. Na parte do caulim coloidal tínhamos o problema de estoque. O Brasil nunca foi um mercado muito interessante, então em hora de crise tínhamos o nosso mercado mal abastecido. E quando fizemos a Caulisa (foi inaugurada em 29 de fevereiro de 1972) não se falava ainda em depósitos de importação, que é uma paralização tremenda do dinheiro. Estamos fazendo negociações a nível de sindicatos, entre o Sindicato da Indústria do Papel e o Grupo do Jari porque é indispensável que eles também abasteçam o mercado nacional. Eles fazem 220.000 ton. e somente 20.000 são para o mercado nacional. Porque agora é proibitiva a importação de caulim, inclusive com a atual política de restrição à importação brasileira. Se não existisse o Jari, nós estaríamos usando o caulim da Caulisa. Mas isto encareceria o custo do papel e o governo não aceita estes problemas como justificáveis para um aumento.

*PERGUNTA* — Dr. Wilson Scarpelli — UNIGEO.

Ainda há pouco numa conferência, foi mencionado que o minério de manganês chega a portos no Sul do país a preços muito altos, não competitivos com o minério de manganês importado devido essencialmente ao alto preço de

cabotagem nacional. Para o consumidor nacional fica mais barato importar manganês da África, do outro lado do Atlântico, do que trazer do Amapá. Este é um fato que o governo até hoje não conseguiu alterar.

O caulim do Jari aparentemente chegaria mais barato aqui ao Sul, caso viesse por via marítima. Já fizeram experimentos de custos para se verificar se isso é correto? Se ele seria realmente mais vantajoso economicamente aqui no Sul contra o caulim da Caulisa, porque outra alternativa para o caulim do Jari seria por transporte rodoviário, pela Belém-Brasília. Neste caso o percurso sendo maior, custaria mais caro o transporte. Só perguntaria se, de fato, o caulim do Jari, chegaria mais barato aqui ao Sul do país.

*RESPOSTA* — O caulim vai vir do Jari, de caminhão mesmo. Porque o custo marítimo é uma desgraça. Inclusive fizemos uma série de tentativas no sentido de trazer o caulim através do porto de Cabedelo, vinha aqui para Santos, mas é completamente anti-econômico. Tentamos trem, e surgiu o problema de bitola, é preciso trocar de vagão, etc. etc. e é muito complicado.

Então o frete ainda é o principal elemento de custo do caulim e vai ser também o principal elemento de custo no caulim do Jari. Entretanto, devido às restrições às importações, e à necessidade de um depósito de 100% sem correção monetária, só isso já aumenta em 50% o custo do equipamento e da matéria-prima devido à desvalorização e às dificuldades da importação e tudo mais, é mais barato trazer caulim da Caulisa, do que um caulim americano. O caulim do Jari deve chegar aqui com um preço mais ou menos por volta de Cr\$ 1,50 a 1,60 o quilo, enquanto que o caulim americano está por volta de Cr\$ 3,00 a Cr\$ 4,00, quer dizer ainda chega a 50% do preço. E o Jari tem condições de produzir mais barato porque enquanto a Caulisa tem um rendimento de 30%, o Jari tem um rendimento de 90%. Eles só fazem caulim coloidal, e aquilo praticamente, como é 10% da produção, eles têm uma produção de apenas 10% em mercado nacional o custo deles é relativamente barato, o seu custo operacional é barato. Então o custo final deles é inferior ao custo do caulim da Caulisa, aqui em São Paulo, apesar do acréscimo do frete.

*O COORDENADOR* — O assunto já foi bastante discutido e esclarecido para que possamos encerrar os nossos trabalhos. Quero ainda agradecer ao Eng. Abel pela sua presença, pelo valor da sua exposição, agradeço em nome do Centro Moraes Rego, e espero tê-lo aqui outras vezes, sempre nos atualizando em questões de caulim porque conferências como esta são quase que indispensáveis num simpósio de mineração. Agradeço a presença de todos e passo a palavra agora ao nosso companheiro do Centro Moraes Rego.

*O PRESIDENTE DA MESA* — Quero apenas apresentar os agradecimentos da Comissão Organizadora do VI Simpósio Brasileiro de Mineração ao Eng.

Abel e aos presentes, e meu muito obrigado pelo comparecimento. Está encerrada a sessão e também os trabalhos do dia de hoje.