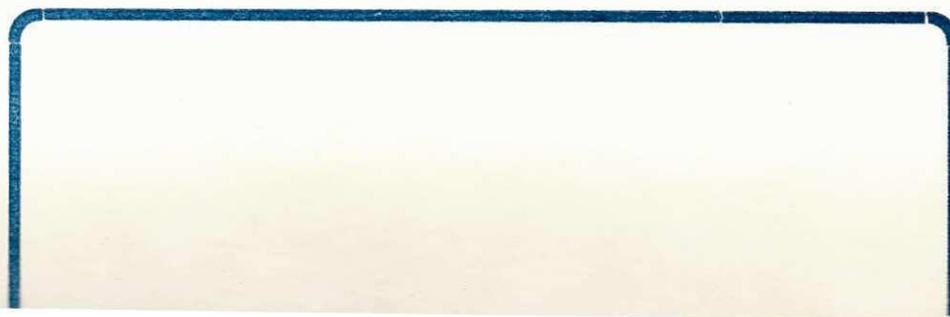
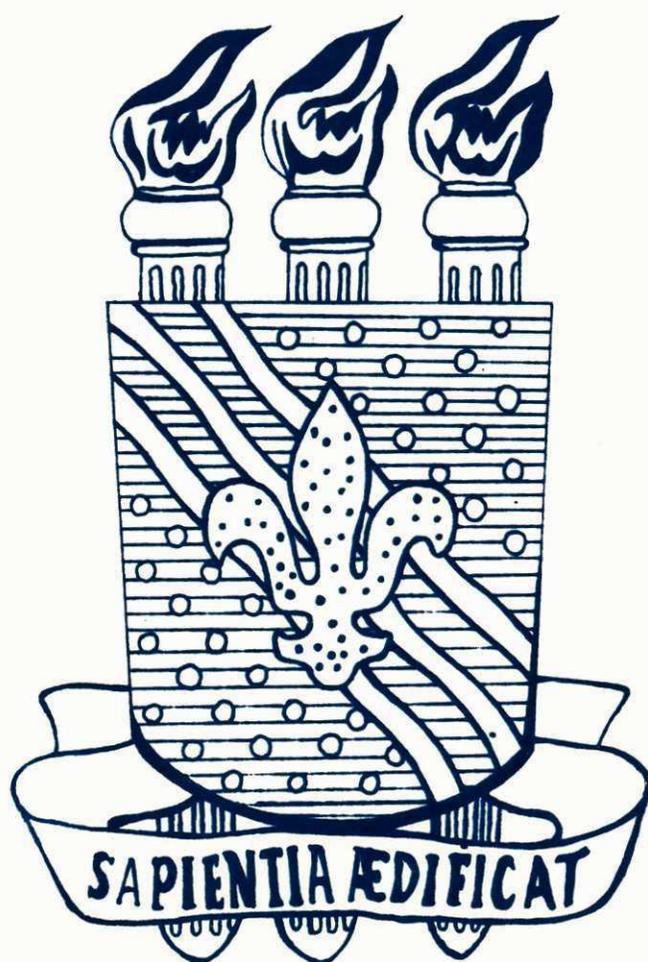


Universidade Federal da Paraíba

PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA,





Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

CAULISA - INDÚSTRIA DE CAULIM S/A

ORIENTADORA : PROF. LÍGIA MARIA CAMPOS ASSUNÇÃO

SUPERVISOR NA
EMPRESA : MASSILON NETO

ESTAGIÁRIO : PAULO ROBERTO DO AMORIM

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

1987

ESTÁGIO SUPERVISIONADO - APROVADO EM 29 / 12 / 82

NOTA: 8,0 (oit)

EXAMINADORES:

Elza B. Taveira

Luca

Julio Goldfarb

Campina Grande, Pb



CAULISA

Indústria de Caulim S. A.

C.G.C. (M.F.) n.º 08.856.672/0001-44 - Insc. no I.C.M.S. nº 14-008-074-
Av. Barão de Mauá 211 - Distrito Industrial de Campina Grande
Fones: 321-4218 - 321-4460 - 321-3660 - C. Postal. 527 - Telex (559) 2239
End. Telegrafico: C A U L I S A - 58.100 - Campina Grande - Pb.

D E C L A R A Ç Ã O

Declaramos para fins de prova junto a Universidade Federal da Paraíba - Campus II, que o Sr. PAULO ROBERTO DE ANDRIM, prestou estágio em nosso Laboratório durante o período de 15. Julho.86 a 15. Agosto.86, perfazendo uma carga horária de 180 hs.

Campina Grande, 20. Maio. 1987

CAULISA - Indústria de Caulim S/A

Antonio Marcos Pedrosa
Deptº Pessoal

Í N D I C E

	Página
AGRADECIMENTOS	i
I - INTRODUÇÃO E OBJETIVO	1
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVO	2
II - REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 - ORIGEM DO CAULIM	3
2.2 - CAULINS PARA CERÂMICA BRANCA	4
2.3 - CAULINS PARA BORRACHAS; PLÁSTICOS E TINTAS	5
2.4 - CAULINS PARA PAPEL	6
III - BENEFICIAMENTO UTILIZADO PELA EMPRESA	7
IV - MATERIAIS E MÉTODOS	11
4.1 - MATERIAIS	11
4.2 - MÉTODOS	11
4.2.1 - Ensaios Realizados na Matéria Pri <u>ma</u> Bruta.	11
4.2.2 - Ensaios Realizados Durante a Produ <u>ção</u> do Caulim.	12
4.2.3 - Ensaios Realizados no Produto Aca <u>bado</u>	13
V - CONCLUSÃO	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos a Indústria de Caulim S.A., pela oportunidade que me foi concedida para realização de estágio nesta conceituada Indústria, como também a obtenção de dados para a execução deste trabalho.

Agradeço aos Srs.:

Prof.^a Lígia Maria Campos Assunção (Orientadora)

Eng.^o Haroldo Freire (Diretor Superintendente da Caulisa)

Eng.^o Eduardo Nascimento (Gerente Industrial)

Eng.^o Massilon Neto (Chefe do Controle de Qualidade)

E aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho.

I - INTRODUÇÃO E OBJETIVO

INTRODUÇÃO:

A CAULISA - Indústria de Caulim S.A. é uma das sete Indústrias que compõem o Grupo Simão, como Sede em São Paulo - SP.

Fundada em Campina Grande no ano de 1971 com o objetivo de beneficiar caulim, sendo este utilizado nas outras indústrias do grupo como matéria prima para a fabricação de papel.

É uma empresa de capital aberto, genuinamente nacional, situada a rua Barão de Mauá nº 2111 - Distrito Industrial de Campina Grande, possui uma área de aproximadamente 93.000 m² e é uma das principais empresas de beneficiamento de caulim da região nordeste.

Sabe-se que a nossa região (Nordeste) se torna cada vez mais conceituada, por conter várias fontes minerais dignas de apreço. Vale salientar que o minério (Caulim) utilizado na Caulisa, origina-se de minas nos municípios de Junco do Seridó e Santa Luzia na Paraíba e, no município de Equador no Rio Grande do Norte. Este minério se sobressai por ser proveniente de pegmatitos homogêneos, pelo seu baixo teor em ferro, elevada alvura e grande percentual de argilomineral em relação as impurezas (Quartzo, Feldspato e Mica). Após o processo adequado, este minério é utilizado para papel, tintas, borrachas e cerâmica branca.

Consta este trabalho da descrição pormenorizada dos processos usuais de beneficiamento de caulim, particularizando-se posteriormente para o método utilizado na indústria

em que foi realizado o estágio. Descreve-se também o fluxograma da instalação, o controle de qualidade feito no laboratório com as normas dos ensaios ali realizados.

OBJETIVO:

Para atender as exigências da estrutura curricular do Curso de Engenharia de Materiais do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, foi realizado um Estágio Supervisionado na Caulisa Indústria de Caulim S.A.

O referido estágio consistiu em acompanhar todo o setor de produção da indústria e ainda acompanhar os ensaios feitos no laboratório de controle de qualidade.

II - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - ORIGEM DO CAULIM

As argilas são produtos secundários na crosta terrestre, produzidas pela alteração de rochas do tipo pegmático.

Os caulins são o produto resultante da ação hidrotermal do intemperismo sobre rochas feldspáticas. Os que se encontram "in situ", isto é, no lugar em que estava a rocha original, são chamados residuais ou primários, apesar de serem produtos de decomposição de rochas e conter grandes quantidades de restos da rocha matriz, tais como, quartzo, mica e feldspato. Os que resultam do transporte, deposição e purificação de caulins primários ou argilas caulíníficas, são chamados caulins transportados, secundários ou sedimentares. Os caulins primários podem ser facilmente distinguidos dos secundários ou transportados pelo teor de T_1O_2 ; as vezes o teor de argilomineral no caulim primário, é de apenas 10% a 15%. Se a argila for transportada por correntes fluviais e depois sedimentada, o material grosseiro da rocha matriz será eliminado e o caulim sedimentar é geralmente muito puro, atingindo teores superiores a 90% em argilominerais.

Os argilominerais presentes nos caulins são caulinita e/ou haloisita, isolados ou de mistura em diversas proporções; nos caulins secundários, o argilomineral presente é geralmente a caulinita.

Os caulins sedimentares são geralmente constituídos de caulinita de granulometria fina, boa plasticidade e resistência mecânica a cru apreciável, o teor de mica e quartzo

é geralmente baixo, além de 1% a 2% de dióxido de titânio. Os caulins residuais são geralmente constituídos de quartzo, mica, caulinita bem cristalizada, baixa plasticidade e baixa resistência mecânica a cru.

A maioria das argilas são mineradas a céu aberto, após a remoção da camada estéril e aproveitamento da camada de argila útil. Essa remoção pode ser feita por meio de escavadeiras e tratores; no caso das minas que fornecem matéria prima à caulisa, a remoção é feita por meio de pás e picaretas e a argila é transportada à fábrica por caminhões.

O maior consumo dos caulins é na indústria cerâmica, seguindo-se as indústrias de papel e borracha; outros usos menores existem como: carga para plástico e linóleo, na indústria química, farmacêutica e de cosméticos.

2.2 - CAULINS PARA CERÂMICA BRANCA

A indústria de cerâmica branca utiliza o caulim, por ele queimar com cores branca e clara a 1250°C. O caulim tem sido largamente utilizado na fabricação de material sanitário e louça doméstica. Por ser adequado para o uso em barbotinas, não apresentando tixotropia nem viscosidades muito elevadas, tendo ainda boa velocidade de colagem e facilidade de desmolde. Na produção de azulejos, suas propriedades plásticas de resistência mecânica a cru, tornam-o adequado para uso em massas moldadas plasticamente ou por prensagem semi-seca.

A maior parte da produção brasileira de caulim é utilizada em cerâmica branca. O inverso ocorre com o caulim produzido na Paraíba, que é utilizado principalmente para papel.

2.3 - CAULINS PARA BORRACHAS; PLÁSTICOS E TINTAS

Os caulins e as argilas, são as cargas inorgânicas mais utilizadas na indústria de borracha vulcanizada devido ao baixo custo, além de serem pigmentos que produzem a cor branca, permitindo assim o emprego de pigmentos inertes coloridos, o que não é possível no caso do negro-de-fumo. Existem caulins que podem agir como reforçadores ativos do tipo do negro-de-fumo, e com base em tal fato são classificados em tecnologia de borracha como duros e moles. Caulins duros são os que conferem à borracha vulcanizada um módulo de ruptura elevado, boa resistência e abrasão e produtos crus bastante rígidos. Caulins moles são os que produzem módulo de ruptura e resistência a abrasão baixos e uma rigidez menor nos produtos crus.

Todo caulim adicionado à borracha com o objetivo de reduzir custos, melhorar o processamento e reforçar o polímero é conhecido como carga, as quais podem ser divididas em carga ativa, semi-ativa e inativa. As cargas ativas, são aquelas que favorecem o aumento das propriedades mecânicas, e quando adicionadas em grandes quantidades aumentam estas propriedades. Já as cargas semi-ativas são utilizadas para melhorar apenas algumas propriedades mecânicas ou físicas, havendo uma faixa de quantidade de carga adicionada em que se tem a máxima resistência mecânica, se aumentarmos a quantidade de carga além dessa faixa, teremos uma diminuição das propriedades em geral. Quando a carga é inativa não vai favorecer o aumento das propriedades mecânicas, é utilizada principalmente para aumentar o volume dos compostos e com isso diminuir o custo de produção.

O caulim é usado como carga em borracha e em plástico, para aumentar a resistência mecânica, a resistência a abrasão, e a

rigidez dos produtos de borrachas natural e sintética. De uma maneira geral, a maioria dos produtos manufaturados de borracha podem ser extrudados mais facilmente depois da adição de uma carga, como por exemplo o caulim.

O caulim é usado em tintas porque é quimicamente inerte e insolúvel no sistema complexo que constitui a tinta, tem um elevado poder de cobertura, confere à tinta as propriedades fluídas adequadas e tem baixo preço. É importante que uma fração apreciável do caulim tenha dimensões coloidais para permanecer em suspensão no veículo das tintas.

2.4 - CAULINS PARA PAPEL

Papel é uma folha delgada e uniforme de fibrilas de celulose, dispostas como um reticulado muito fino. Uma película constituída apenas de fibrilas de celulose, não seria perfeitamente adequada as exigências de alta fidelidade da impressão e da reprodução, devido à transparência e as irregularidades da sua superfície. Essas deficiências são corrigidas pela adição de agentes ligantes, tais como amido e resinas, e pela incorporação mecânica, ao conjunto de fibrilas, de várias cargas ou enchimentos minerais com diversas finalidades específicas, tais como o aumento da massa específica, do brilho e da lisura da superfície. Algumas dessas cargas podem ser argilas ou caulins brancos livres de impurezas coloridas e abrasivas. Quando uma ou ambas as superfícies dessas folhas, são alisadas pela passagem através de cilindros polidos e aquecidos (processo de calandragem) o papel se torna mais adequado para uma grande variedade de formas de impressão gráfica.

Na manufatura de papel, os caulins são usados

como carga ou enchimento (Filler) e como cobertura (Coating). Existem caulins industrializados que são materiais excelentes para esses propósitos, quando comparados a outras cargas ou pigmentos, porque possuem características adequadas para a elaboração de tintas para cobertura de papel, tais como: distribuição granulométrica controlável em faixas escolhidas, textura macia, valores adequados para o índice de refração.

É raro o emprego exclusivo de fibrilas de celulose em papel, a maioria dos papeis contém pelo menos, sulfato de alumínio e ligantes de vários tipos, como breu, ceras, amidos e gomas, além de substâncias que dão cor (pigmentos e anilinas). Encher ou carregar o papel significa adicionar substâncias minerais ou inorgânicas geralmente pigmentos denominados cargas ou enchimentos.

As cargas são usadas para melhorar as seguintes propriedades: opacidade, cor branca, facilidade de impressão, melhorar a maciez e a flexibilidade de papeis feitos com fibras celulósicas duras, aumentar a massa específica.

III - BENEFICIAMENTO UTILIZADO PELA EMPRESA

A matéria prima chega à indústria através de caminhões e, é proveniente dos municípios de Junco do Seridó e Santa Luzia, na Paraíba e do município de Equador, no Rio Grande do Norte.

Ao chegar à indústria, a matéria prima passa pelo primeiro teste de controle de qualidade; tal teste é feito visualmente, observando-se a cor e consistência da matéria prima bruta. Em seguida a matéria prima é estocada em pátios; uma amostra representativa é coletada e enviada ao laboratório de

controle de qualidade, onde são feitos os testes de alvura, rendimento e umidade.

O minério estocado no pátio, é transportado para um batedor de pás axiais, através de esteiras transportadoras de palhetas, onde é umedecido e desintegrado pelo processo rotativo, que separa o caulim das impurezas mais grosseiras. Em seguida, o material passa por uma peneira de aço com abertura de 1/8", onde se obtém como rejeito o pedregulho, que é transportado através de carroças para o pátio de rejeito. O que passou pela peneira de 1/8" é levado por calhas inclinadas (ação da gravidade) para a seção de peneiras USS nº 70 (abertura de 0,30 mm). O rejeito desta peneira vai também ao pátio de rejeito e, o que passou pela peneira USS nº 70 (abertura 0,30 mm) é conduzido por uma calha inclinada ao tanque primário onde, sob agitação constante, para evitar a decantação, é bombeado para a primeira bateria de hidrociclones.

Aqui acontece o primeiro corte, ou seja, as partículas maiores são separadas das partículas de caulim. O rejeito desta primeira bateria de hidrociclones, é conduzido por meio de calhas inclinadas para o tanque de rejeito dos hidrociclones, de onde é bombeado para uma lagoa no pátio de rejeitos. Tal material é reutilizado, depois de quarenta dias com um rendimento de aproximadamente 10% de caulim. A matéria prima útil desta bateria é transportada por uma tubulação para o tanque secundário, de onde, sob agitação constante, é bombeado para a segunda bateria de hidrociclones, para sofrer o segundo corte. De modo análogo ao do primeiro corte, o rejeito da segunda bateria de hidrociclones vai para o tanque de rejeito dos hidrociclones e as partículas menores são levadas por uma tubulação ao tanque número três, para sofrerem um terceiro corte, ou seja, passagem

pela terceira bateria de hidrociclones. O resíduo desta terceira bateria tem o mesmo destino das outras duas baterias anteriores, ou seja, o tanque de rejeito dos hidrociclones. O que foi aceito na terceira bateria de hidrociclones, é transportado por meio de tubulações para as peneiras USS nº 325 (abertura de 0,044 mm). O resíduo destas peneiras é transportado para o tanque primário por meio de calhas inclinadas, onde vai sofrer todo o processo dos hidrociclones descrito anteriormente. O que passou nas peneiras USS nº 325 (abertura 0,044 mm) é transportado através de calhas inclinadas para o tanque de transferência, de onde o caulim é bombeado para os tanques de sedimentação, que são três: tanque separador de coloidal, tanque floculador de coloidal e tanque floculador de carga.

O tanque separador de coloidal é utilizado para separar as partículas coloidais, nêle adiciona-se silicato de sódio como defloculante e, o coloide obtido é bombeado para o tanque floculador de coloidal. Neste tanque o coloide é concentrado pela adição do sulfato de alumínio (floculante), o coloide concentrado é então bombeado para o filtro-prensa. Quanto ao tanque floculador de carga, este recebe o concentrado que não defloculou no tanque separador de coloidal; aqui adiciona-se sulfato de alumínio para diminuir o tempo de sedimentação das partículas de caulim e após a decantação, o caulim é bombeado para o filtro-prensa.

Dos tanques de sedimentação, o caulim é bombeado para a bateria de filtros-prensa (com três filtros), onde o caulim é filtrado e a água obtida na filtração escoo para uma caixa de recuperação, para ser reutilizada posteriormente. A carga do filtro-prensa é retirada na forma de tortas que são conduzidas manualmente para serem desintegradas e depois secadas.

As tortas são colocadas em um desintegrador de palhetas helicoidais, indo em seguida para o desintegrador de pinos, por meio de uma rosca sem fim. O caulim desintegrado é conduzido através de uma rosca sem fim para a câmara de secagem.

A secagem é feita por meio de gás inflamado, produzido num gaseificador que utiliza madeira como matéria-prima. A secagem é feita também utilizando óleo diesel. O caulim é secado a uma temperatura aproximadamente igual a 400°C , por um tempo de 15 segundos, temperaturas mais altas são prejudiciais, ocasionando uma perda na alvura.

Depois de sêco, o caulim é transportado, por meio de sucção utilizando uma ventolinha, para o separador de ar (ciclone) que, por centrifugação, separa as partículas grossas das finas. As partículas finas flutuam e são umedecidas por precipitação de água. As partículas umedecidas são conduzidas para a caixa de recuperação, onde são deixadas em repouso por um período de noventa dias, após este tempo o material é bombeado para o tanque floculador de carga, de onde seguirá para a bateria dos filtros-prensa.

As partículas de caulim saem do ciclone por gravidade vão para os silos de armazenamento. Estes silos possuem uma bifurcação, de modo que uma parte do caulim é utilizada para reduzir a umidade das tortas obtidas no filtro-prensa e, a outra é transportada para o silo da ensacadeira, onde o caulim é ensacado em sacos de 45 kg, estocado e embarcado por transporte rodoviário.

IV - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 - MATERIAIS

No seu controle de qualidade, a caulisa ensaia amostras de caulim, coletadas em diferentes etapas do seu processo produtivo, a saber:

- a) Matéria prima bruta, coletada no pátio de estocagem.
- b) Amostras coletadas durante a produção de caulim, nos seguintes pontos: tanque primário, tanque de transferência, ~~tanque de~~ sedimentação e secador (Flash Drying).
- c) Produto acabado - coletado na ensacadeira.

4.2 - MÉTODOS

4.2.1 - Ensaio Realizados na Matéria Prima Bruta.

UMIDADE - Da amostra significativa colhida nos caminhões, pesa-se 10 g e leva-se para secar na estufa a uma temperatura de 110°C, durante três horas. Pesa-se a amostra seca, e calcula-se a umidade do caulim bruto pela fórmula:

$$\text{UMIDADE (\%)} = \frac{P_u - P_s}{P_u} \times 100$$

Onde:

P_u = Peso da amostra úmida

P_s = Peso da amostra seca

RENDIMENTO - Pesa-se 300 g da amostra homogeneizada e guarda-se o restante como contra amostra (para evitar possíveis dúvidas dos fornecedores). As 300 g são desagregadas em água e a suspensão do caulim é passada pelas peneiras USS nº 70 e USS nº 325. O que passou pela peneira USS nº 325 é colhido em um recipiente e vai para o repouso durante 30 minutos, sendo usado como floculante o sulfato de alumínio; depois de decantado o caulim é filtrado e colocado na estufa a 110°C durante duas horas e trinta minutos. Após a secagem a amostra é pesada e o seu rendimento é calculado por:

$$\text{RENDIMENTO (\%)} = \frac{P_f}{P_i} \times 100$$

P_f = Peso da amostra seca

P_i = Peso inicial que foi de 300 g.

ALVURA - Com a amostra obtida na determinação do rendimento prepara-se um corpo de prova, prensando uma quantidade padronizada de caulim em um disco com 5 cm de diâmetro e, coloca-se o mesmo num refletômetro photivolt, onde a alvura é medida como porcentagem de refletância em relação a um padrão de óxido de magnésio.

4.2.2 - Ensaio Realizados Durante a Produção do Caulim

CONCENTRAÇÃO - Consiste em coletar a amostra (suspensão de caulim) em uma proveta de 1000 ml e medir a concentração de sólidos, em g/l, utilizando um densímetro. Este ensaio é realizado em amostras coletadas nos seguintes pontos:

tanque primário ou de lavagem, tanque de transferência e tanques de sedimentação.

RESÍDUO EM PENEIRA USS 325 - A mesma amostra da determinação da concentração é utilizada neste teste, a qual passa por uma peneira USS nº 325 e é lavada com água até que o resíduo retido na peneira esteja limpo. Secar o resíduo e pesar, determinando assim o teor de resíduo que por norma não deve ultrapassar 0,005%. Este ensaio é realizado em amostras coletadas no tanque de transferência e nos tanques de sedimentação e é repetido de hora em hora.

4.2.3 - Ensaio Realizados no Produto Acabado

No flash Drying é coletada uma amostra para fazer os seguintes testes: umidade, alvura, resíduo em peneira USS nº 325, pH, viscosidade, massa específica real.

Os testes de umidade, alvura e resíduo em peneira USS nº 325 foram descritos nos itens 4.2.1 e 4.2.2.

DETERMINAÇÃO DO pH - Secar a 110°C uma amostra de caulim, até peso constante, deixar esfriar em dessecador e pesar 100 g. Dissolver em 250 ml de água destilada, agitar por 10 minutos e medir o pH em potenciômetro, o resultado será a média aritmética de três determinações.

VISCOSIDADE - Pesa-se 120 g de caulim seco, colhido no flash Drying e dispersa-se o mesmo em 400 ml de água destilada. Após agitar esta suspensão por dez minutos mede-se a viscosidade em um viscosímetro brook field modelo RVT, na velo-

cidade de rotação de 100 RPM, esperando-se dois minutos para efetuar a leitura. A viscosidade é dada em centipoises (CP) ou em g/cm.s.

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA REAL - Secar a 110°C, cerca de 50 g da amostra de caulim, até peso constante. Pesar 5 g em um bequer de 50 cm³ com aproximação de 0,001 g, obtendo-se a massa do material seco Ms.

Adicionar água destilada e ferver durante 5 minutos ou até completa expulsão do ar. Após o resfriamento a temperatura ambiente, transferir o material para o pignômetro, lavando com água até completar o volume. Enxugar cuidadosamente, deixar 10 minutos sobre a balança, reajustar o volume no caso em que este se tenha alterado, e pesar até 0,001 g, obtendo-se a massa, Mas.

Determinar em seguida a temperatura T do conteúdo do pignômetro. Com esse valor obtem-se na curva de calibração a massa do pignômetro cheio de água, Mc.

A massa específica real (Mer) em g/cm³ do material, à temperatura ambiente, T, calcula-se por:

$$Mer = \frac{M_s}{M_s + M_c - M_{as}}$$

M_s = Massa da amostra seca

M_{as} = Massa do pignômetro + água + caulim

M_c = Massa do Pignômetro + água.

V - CONCLUSÃO:

De acôrdo com o presente relatório, o estágio realizado na Caulisa - Indústria de Caulim S.A., se aprendeu ao conhecimento e acompanhamento dos vários setores da produção.

Dois aspectos relevantes de suma importância, foram por mim considerados; o primeiro é relativo a oportunidade que me foi dada no sentido de que esse estágio pudesse ser realizado, e, conseqüentemente obtivesse um maior acúmulo de conhecimentos. E experiências as quais, sem dúvida contribuirão para tornar-me mais consciente, seguro e sobretudo responsável profissionalmente. O segundo aspecto que considerei também da maior importância está intimamente ligado ao relacionamento profissional na empresa, no caso da Caulisa com o estagiário; um relacionamento afetivo, cooperador, que faz com que eu esteja sinta familiarizado com tudo e com todos, obtendo assim um maior rendimento. Resta-me portanto agradecer a participação direta e indireta de todos aqueles que, de uma forma ou de outra, cooperaram para a realização e satisfação do objetivo conseguido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - TRAWINSKI, H.E. EISENOHR, V. O beneficiamento de caulim (1ª Parte) - Cerâmica 26 (129): 25 - 33, fevereiro de 1980.
- 2 - TRAWINSKI, H.E. EISENLOHR V. - O beneficiamento de caulim (2ª Parte) - Cerâmica 26 (124): 65 - 72, abril de 1980.
- 3 - CASARINI, J.R. - Obtenção de cordierita a partir de serpentina e caulim - Cerâmica 26 (127): 143 - 156, julho de 1980.
- 4 - VAN VLACK, L.H. - Propriedades dos materiais cerâmicos - Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1978.
- 5 - NORTON, F.H. - Introdução à tecnologia cerâmica - Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.
- 6 - PERRY, J.H. - Manual Del Ingeniero Químico. Tomo 2, Uteha, México - 1978.
- 7 - SANTOS, P.S. - Tecnologia de Argilas. Volume 1 e Volume 2, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1975