

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo

ISSN 0104-0553

BT/PMI/203

**Caracterização das Argilas da Bacia
do Paraná, no Sul de Santa Catarina,
para uso na Fabricação de Pisos
Cerâmicos**

**Márcio Luiz Geremia
Henrique Kanh
Douglas Gouvea**

**DIVISÃO DE BIBLIOTECAS DA
EPUSP
BIBLIOTECA DE ENG. DE MINAS
E DE PETRÓLEO
PRODUÇÃO DOCENTE**

São Paulo - 2003

O presente trabalho é uma versão abreviada da tese de doutorado apresentada por Márcio Luiz Geremias, sob a orientação do Prof. Dr. Henrique Kahn e coorientação do Prof. Dr. Douglas Gouvea, "Caracterização das Argilas da Bacia do Paraná, no Sul de Santa Catarina, para uso na Fabricação de Pisos Cerâmicos" com defesa realizada em 10/09/03, na EPUSP.

A íntegra da tese encontra-se à disposição dos interessados com o autor e na Biblioteca do Depto. de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Geremias, Márcio Luiz

Caracterização das argilas da bacia do Paraná, no sul de Santa Catarina, para uso na fabricação de pisos cerâmicos / Márcio Luiz Geremias, Henrique Kahn, Douglas Gouvea. -- São Paulo : EPUSP, 2003.

p. -- (Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo ; BT/PMI/203)

1. Argila – Bacia do Paraná 2. Caracterização tecnológica de minérios 3. Revestimentos horizontais I. Kahn, Henrique II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo III. Título IV. Série
ISSN 0104-0553

CDU 553.611
622.7
693.73

MÁRCIO LUIZ GEREMIAS

HENRIQUE KANH

DOUGLAS GOUVEA

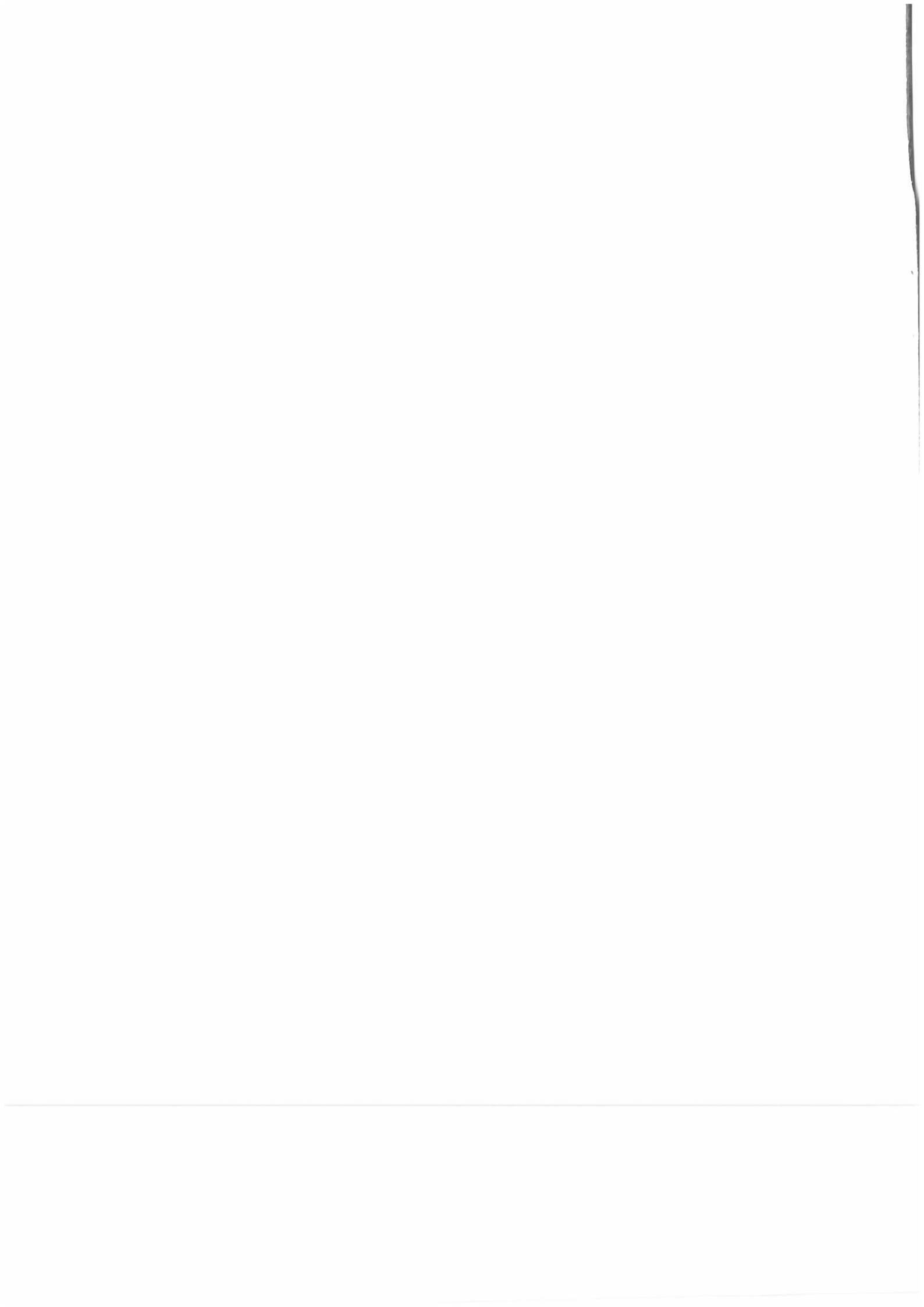
**CARACTERIZAÇÃO DAS ARGILAS DA BACIA DO PARANÁ, NO SUL DE
SANTA CATARINA, PARA USO NA FABRICAÇÃO DE PISOS
CERÂMICOS**

Edição abreviada da tese apresentada à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do Título de
Doutor em Engenharia

Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da EPUSP

São Paulo

2003



RESUMO

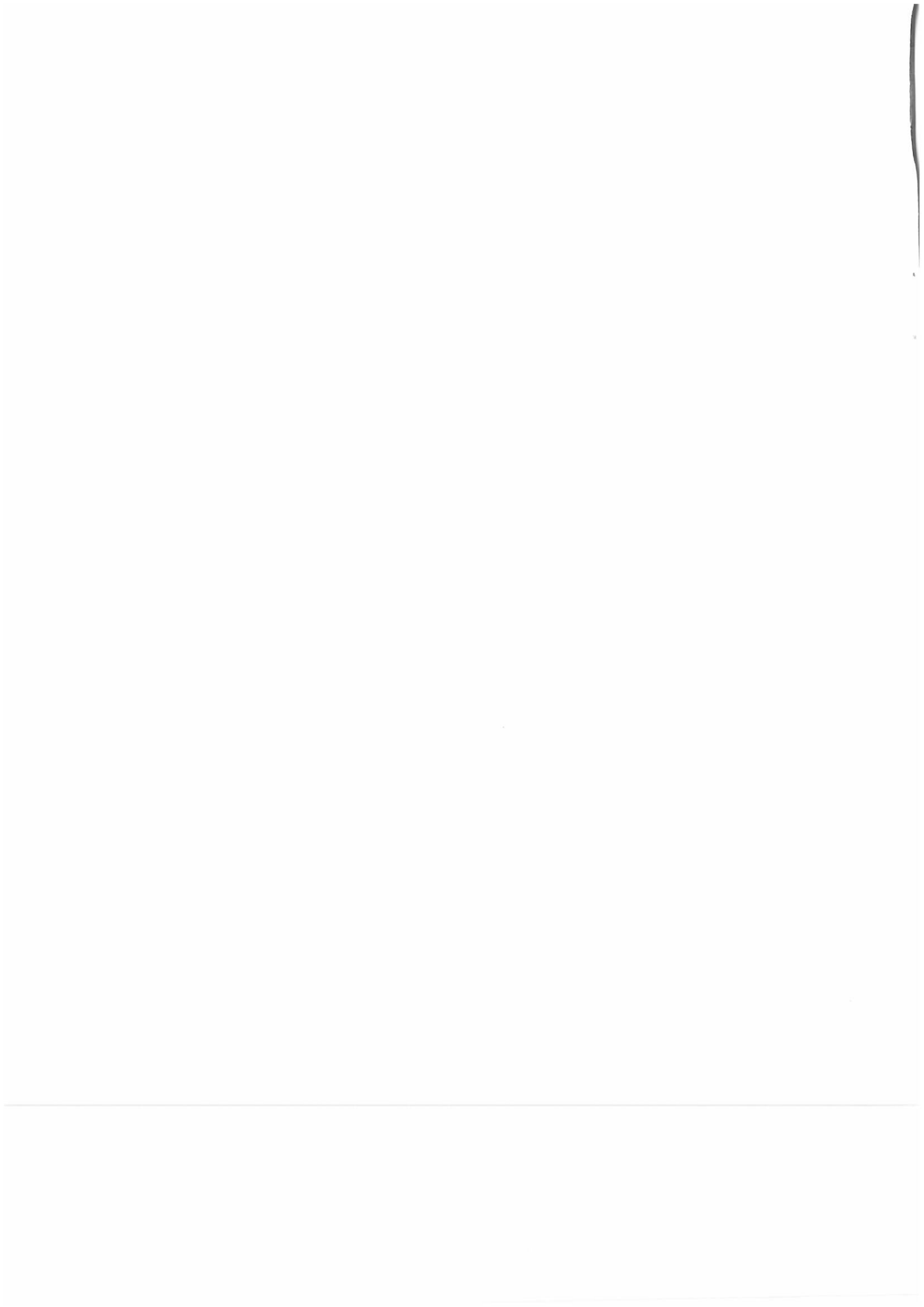
Este trabalho apresenta a caracterização tecnológica das argilas das formações geológicas pertencentes à Bacia do Paraná, no sul de Santa Catarina, tendo por finalidade contribuir para a utilização adequada das mesmas nos processos de fabricação de revestimentos cerâmicos, através do processo de monoqueima.

A área estudada abrangeu os municípios de Ermo, no extremo sul do Estado, Timbé do Sul, Meleiro, Nova Veneza, Criciúma, Içara, Cocal do Sul, Treze de Maio e Lauro Müller.

Foram caracterizadas 23 amostras referentes às Formações Rio do Sul, Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta, Terezina e Rio do Rasto.

Através deste estudo, conclui-se que algumas argilas podem ser utilizadas com sucesso no processo de monoqueima, algumas com restrição, enquanto outras não são possíveis de utilização. As argilas da Formação Rio do Rasto foram as que se adaptaram melhor ao referido processo.

O principal problema detectado nas amostras de argilas da bacia carbonífera no sul de Santa Catarina está relacionado à presença de matéria orgânica em excesso e também de óxido de ferro, responsáveis pelo aparecimento de “coração negro”.



1 INTRODUÇÃO

O sul de Santa Catarina tem uma tradição de mais de 50 anos na fabricação de revestimentos cerâmicos. Ao longo deste tempo muitas empresas surgiram e, por consequência, houve o crescimento do setor mineral na produção de argilas para a fabricação de produtos cerâmicos.

O Brasil é hoje um dos maiores produtores mundiais de revestimentos cerâmicos, sendo a região sul uma das grandes responsáveis por esta produção.

A tecnologia do setor cerâmico é muito dinâmica e a região sul tem acompanhado esta evolução, utilizando basicamente equipamentos importados de última geração e matérias-primas regionais, para fabricar produtos compatíveis aos italianos e espanhóis, considerados os melhores do mundo.

A Bacia do Paraná no sul de Santa Catarina é geologicamente bem conhecida com suas formações bem definidas, sendo continuamente estudadas há quase um século, devido, principalmente, às grandes e importantes reservas de carvão mineral.

As argilas estudadas estão situadas nas formações geológicas pertencentes à Coluna White, descritas pelo geólogo americano Israel C. White, a partir de 1904, estando assim empilhadas cronologicamente: Formação Rio do Sul, Formação Rio Bonito, Formação Palermo, Formação Irati, Formação Serra Alta, Formação Terezina e a Formação Rio do Rasto.

Na Figura 1, a seguir, apresenta-se o mapa com a divisão política do sul do Estado de Santa Catarina, onde são assinalados os municípios que foram objeto de amostragem para este estudo.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo a caracterização de argilas e demais matérias-primas síltico-argilosas (rochas pelíticas) da Bacia do Paraná, na região sul de Santa Catarina, com a finalidade de utilização destas na fabricação de pisos cerâmicos pelo processo de monoqueima.

A caracterização física, química e mineralógica tem por finalidade subsidiar a seleção de quais matérias-primas dentro das suas formações geológicas são possíveis de serem utilizadas na composição de massas para pisos cerâmicos pelo processo de monoqueima, indicando suas vantagens e limitações.

Adicionalmente, a partir dos resultados de caracterização pretende-se propor a elaboração de massas cerâmicas essencialmente regionais, possibilitando a redução dos custos de matéria-prima mineral, tendo em vista que alguns dos componentes empregados nesta elaboração, particularmente quando provenientes de outros Estados, apresentam custo elevado.

Além de contribuir para o desenvolvimento econômico da região, este trabalho tem por meta principal auxiliar tecnicamente no desenvolvimento de massas cerâmicas, correlacionando as matérias-primas com as respectivas formações geológicas no sul de Santa Catarina, grande produtor de revestimentos cerâmicos.

1.2 Justificativas

A indústria cerâmica é considerada um dos segmentos mais importantes da economia regional, com uma capacidade produtiva anual de 90 milhões de metros quadrados e um faturamento de R\$ 724.420.000,00 (dados de 2002 - SINDICERAM).

Atualmente, representa 2,0 a 2,5 % do PIB de Santa Catarina, tendo também grande importância na balança comercial, pois os seus produtos têm grande aceitação no mercado externo. Em 1999, cerca de 21% da produção de revestimentos cerâmicos do sul do Estado foram exportados para aproximadamente 80 países; em primeiro lugar, o exigente mercado americano e, em segundo, os países do Mercosul.

Com a evolução dos processos cerâmicos, as reservas de argilas da região sul de Santa Catarina, mais precisamente das Formações Geológicas da Bacia do Paraná, passaram a ser questionáveis, pois alguns tipos de argilas utilizadas no processo de biqueima

tradicional (processo ultrapassado e praticamente extinto) não se adequaram ao processo de monoqueima.

A caracterização tecnológica dessas argilas se fez necessária, pois a utilização inadequada das mesmas pode trazer problemas internos e externos. Os internos estão relacionados a problemas técnicos e operacionais, gerando perdas em qualidade e/ou produtividade, podendo inviabilizar economicamente um determinado produto, e o externo é relativo as perdas em faturamento e indenizações com o conseqüente desgaste da imagem do produto e/ou sua marca no mercado.

A importância das matérias-primas da região sul de Santa Catarina também está relacionada ao crescente aumento na produção de revestimentos cerâmicos nos últimos 20 anos, com o aparecimento de novas indústrias, resultando num incremento significativo do consumo.

Esses fatores fizeram com que fosse realizado um estudo criterioso das argilas dentro das respectivas formações geológicas pertencentes à Bacia do Paraná, no sul de Santa Catarina, com a finalidade de uso na fabricação de pisos cerâmicos pelo processo de monoqueima.

2 MATERIAIS E MÉTODOS DE ENSAIOS

Neste item são apresentados os resultados de amostragem empregados, bem como dos vários ensaios efetuados com as amostras coletadas.

2.1 Amostragem

A Figura 2 apresenta as Formações geológicas amostradas dispostas cronologicamente, da base para o topo, Silva; Bortoluzzi (1987).

PERÍODOS		COLUNA GEOLÓGICA (Coluna White)		
		GRUPOS	FORMAÇÕES	MEMBROS
JURÁSSICO	CRETÁCEO 180 - 120 MA	SÃO BENTO	SERRA GERAL	
			BOTUCATU	
-----discordância (hiato na deposição)-----				
PERMIANO SUPERIOR	250 - 225 MA		RIO DO RASTO	MORRO PELADO
			TERESINA	SERRINHA
			SERRA ALTA	
			IRATI	ASSISTÊNCIA
			PALERMO	TAQUARAL
PERMIANO INFERIOR	270 - 250 MA	GUATÁ	RIO BONITO	SIDERÓPOLIS
				PARAGUAÇU
				TRIUNFO
		ITARARÉ	RIO DO SUL	
----- (discordância) -----				
			EMBASAMENTO PRÉ-GONDUÂNICO	

Figura 2 - Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná em Santa Catarina.

2.1.1 Critérios

A grande maioria das argilas amostradas para o presente estudo são utilizadas atualmente nas indústrias cerâmicas da região; por isso optou-se por trabalhar com amostras oriundas de lotes prontos, de no mínimo 5.000 t, com exceção das amostras das Formações Irati e Terezina, que foram amostradas em uma frente de lavra e um afloramento, respectivamente.

2.1.2 Procedimentos

As amostragens de lotes foram realizadas nos depósitos das minerações e, como trata-se de materiais previamente homogêneos, procurou-se partir de uma amostra inicial representando aproximadamente 0,5% do lote (25 t).

As amostras da Formação Irati foram coletadas numa pequena frente de lavra, na qual foi amostrado todo o perfil das camadas.

Já a amostragem da Formação Terezina foi realizada no km 13,5 da rodovia estadual SC 438, que liga os municípios de Lauro Müller e Bom Jardim da Serra. Este ponto corresponde àquele identificado como nº 10 do roteiro da Coluna White (trabalho realizado pelo DNPM 11º Distrito, SBG núcleo SC e AGESC, em 1988).

2.1.3 Metodologia

Nos lotes de argilas foi utilizada uma retroescavadeira para a coleta das amostras; as amostras foram coletadas em 5 pontos, 4 em torno do lote e 1 sobre o mesmo, totalizando aproximadamente 25 t.

Após a homogeneização com o auxílio da própria máquina, foi coletada uma amostra de aproximadamente 100 kg, que foi novamente homogeneizada, quarteada e reamostrada com uma pá de juntar, até se obter uma alíquota de 30 kg.

Nas amostras provenientes de afloramentos foram realizadas amostragens de canais, onde foram coletadas também aproximadamente 100 kg, que, após sub amostragem através de quarteamentos sucessivos, resultaram em uma alíquota de 30 kg.

2.2 Ensaios de laboratório

Nos ensaios de caracterização foram contemplados, além dos principais ensaios físicos de cunho cerâmico (Amorós et al. 1998), as análises químicas dos principais óxidos, determinação de carbono, enxofre na forma de sulfeto e sulfato, ferro na forma divalente e trivalente e sais solúveis (standart methods for the examination of water and wastewater – 20 th edition, 1998); foram realizadas também análises mineralógicas por difração de raios X (Moore; Reynolds Jr., 1989), área de superfície específica BET (Webb; Or, 1997) e análise térmica (TG/DTA) (Amorós et al. 1989).

3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com os resultados dos ensaios realizados, as formações geológicas da Bacia do Paraná no sul de Santa Catarina, representadas por sedimentos do topo do Paleozóico Superior, são formadas basicamente por rochas pelíticas ricas em álcalis e ferro, bastante fundentes. Somente a Formação Rio Bonito e o topo da Formação Rio do Sul apresentam argilas com características plásticas “in natura” e mais refratárias em relação às demais.

De uma forma geral, as rochas pelíticas dos várias jazimentos amostrados, apresentam-se preservadas na base (inalteradas), com sedimentos muito coesos, mantendo alguns minerais primários. A medida que se aproxima da superfície, as rochas encontram-se mais alteradas, conseqüentemente mais friáveis, e com maior presença de argilominerais.

Os resultados sumariados a seguir têm por principal enfoque apresentar as características tecnológicas das argilas pertencentes às Formações geológicas da Bacia do Paraná, no sul de Santa Catarina, particularmente no que tange à aplicabilidade das mesmas nos processos de cerâmicos de revestimentos. Ou seja, a inter-relação da geologia da região e da indústria cerâmica, levando a um questionamento da qualificação e quantificação das reservas minerais existentes em função da dinâmica na evolução dos processos cerâmicos.

3.1 Formação Rio do Sul

Descrevendo individualmente cada formação, pode-se dizer que a base da Formação Rio do Sul é constituída por lutitos ricos em ferro e potássio, com o percentual de SiO_2 oscilando entre 58 e 60% e a Al_2O_3 entre 17 e 19% e conteúdos mais expressivos de ferro e carbono orgânico.

A Figura 3 apresenta o diagrama ternário de SiO_2 , Al_2O_3 e demais óxidos para as amostras desta Formação.

A illita é o argilomineral predominante, com feldspatos potássico e sódico preservados na estrutura da rocha. Já o topo da Formação é formado por argilas mais alteradas, mais plásticas e, por conseqüência, menos fundentes, com menores percentuais de potássio e ferro; os teores de SiO_2 variam entre 68 e 74% e de Al_2O_3 entre 13 e 19%; em termos

mineralógicos predomina o argilomineral ilita, seguido por caulinita, com elevado percentual de quartzo e sem a presença de feldspato.

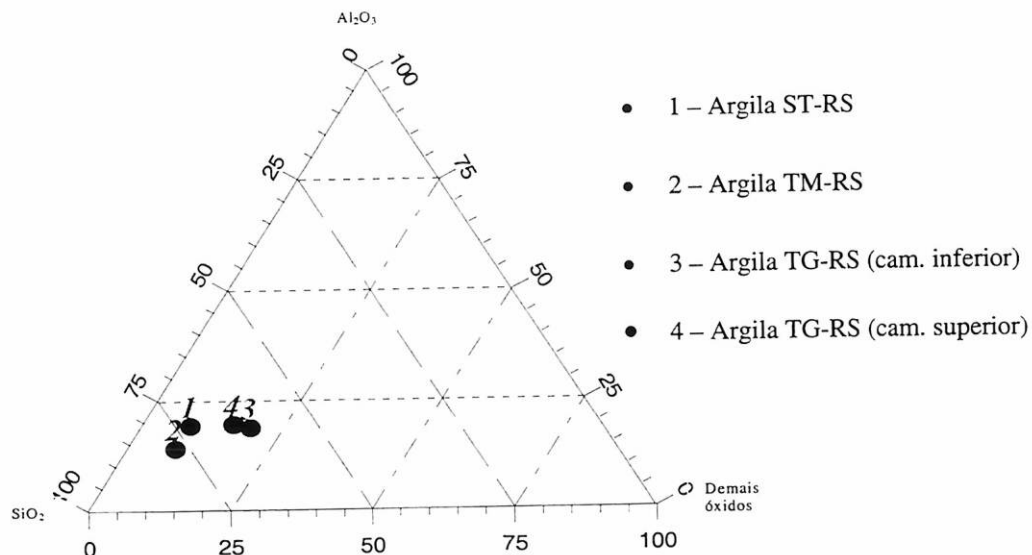


Figura 3 - Diagrama ternário dos principais óxidos das argilas da Formação Rio do Sul

Nas amostras mais alteradas, os picos endotérmicos mais pronunciados observados nos resultados da análise térmica diferencial (DTA) estão relacionados à perda de água de constituição dos argilominerais (ilita e caulinita) e o pico exotérmico com o princípio de nucleação da mulita. A perda de massa verificada nas análises termogravimétricas está relacionada, além da matéria orgânica, também à água de constituição dos argilominerais.

A característica de distribuição granulométrica polidispersa mais acentuada da amostra ST-RS é explicada pela mistura do argilito da base e a argila plástica do topo.

As argilas do topo da Formação Rio do Sul, embora mais refratárias, se adaptam bem ao processo de monoqueima de fabricação de pisos cerâmicos. O percentual a ser utilizado na massa cerâmica vai depender dos demais componentes da formulação, sendo que seu limite está relacionado ao percentual de absorção de água do produto que se deseja fabricar. Num produto de absorção de água entre 3,0 e 6,0% (grupo BIIa), produzido em temperaturas normais de fabricação de pisos (entre 1150 e 1170 °C), o percentual a ser utilizado dificilmente poderá ultrapassar a 20%, de modo a não comprometer a classificação do produto, quanto ao grupo de absorção de água.

4.2 Formação Rio Bonito

As argilas plásticas da Formação Rio Bonito apresentam um percentual de SiO_2 que varia entre 60 e 68%, de Al_2O_3 entre 19 e 24%, de Fe_2O_3 entre 1,5 e 3,0% e de K_2O entre 2,5 e 3,5%. Na borda da bacia, em direção ao litoral, o percentual de SiO_2 está em torno de 56%, Al_2O_3 em 27,6%, Fe_2O_3 em 3,2% e K_2O em 2,47%, (amostra LK-RB). Esses resultados estão plotados no diagrama ternário da Figura 4.

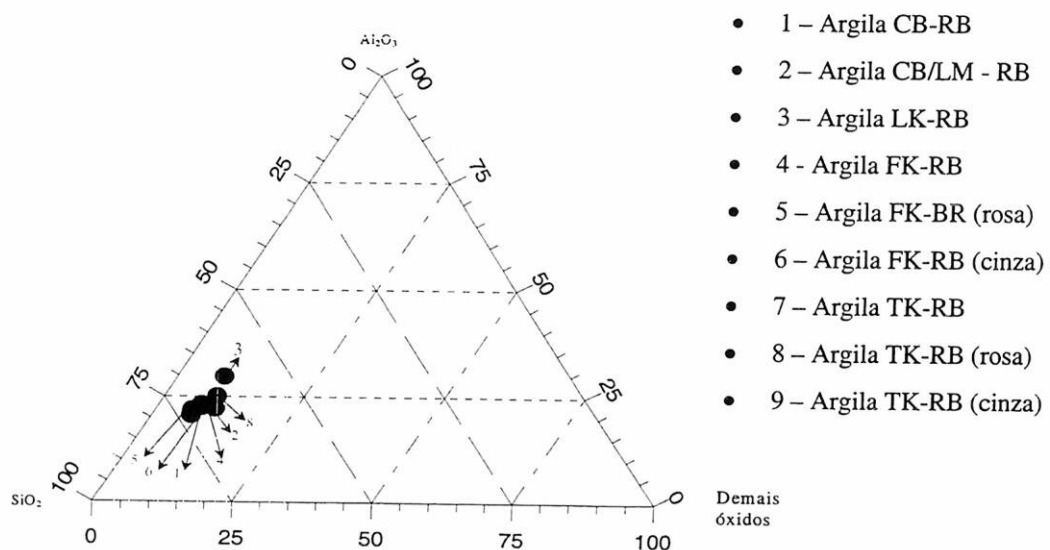


Figura 4 - Diagrama ternário dos principais óxidos das argilas da Formação Rio Bonito

As argilas da Formação Rio Bonito são as mais caulínicas dentre as amostras estudadas.

Nos resultados das análises térmicas diferenciais (DTA) os picos endotérmicos pronunciados, observados para as várias amostras da Formação Rio Bonito são devido à presença marcante da caulinita e ilita e o exotérmico relacionado à transformação de caulinita em mulita.

A análise termogravimétrica (TG) que mostrou elevada perda de massa, principalmente para as argilas escuras, está relacionada ao elevado percentual de matéria orgânica e à perda de água de constituição dos argilominerais.

A Formação Rio Bonito (Membro Siderópolis) é onde também ocorrem as camadas de carvão do sul do Brasil, levando-se a suspeitar que o ambiente de sedimentação tem

influência nos resultados dos ensaios tecnológicos das argilas, principalmente no que se refere à acidez e presença de matéria orgânica, responsável pela formação de coração negro.

As argilas claras da formação Rio Bonito, no sul de Santa Catarina, podem ser utilizadas na fabricação de pisos pelo processo de monoqueima, porém com alguma restrição. Já o uso das argilas escuras é totalmente desaconselhável.

3.3 Demais formações geológicas

As rochas pelíticas das demais formações geológicas, com exceção da Formação Irati, apresentam um percentual de SiO_2 que varia entre 68 e 74%, de Al_2O_3 entre 11 e 15%, de Fe_2O_3 entre 2,0 e 5,5% e de K_2O entre 2,3 e 5,0%.

As Figuras 5, 6, 7 e 8 apresentam diagramas ternários dos percentuais de SiO_2 , Al_2O_3 e outros óxidos, respectivamente para as Formações Palermo, Serra Alta, Terezina e Rio do Rasto.

As rochas dessas Formações geológicas são marcadas pela presença de ilita, quartzo, feldspato potássico e sódico. Conforme pode ser observado nos resultados da análise térmica diferencial (DTA), as rochas pelíticas mais preservadas não desenvolvem picos endotérmicos pronunciados, como é o caso das amostras TG-RS (cam. inferior) e SBP-SA (cam. inferior). Nas mais alteradas são observados picos mais pronunciados (em torno de 500 °C) em função da presença de argilominerais (ilita e caulinita). As perdas de massa, verificadas nas análises termogravimétricas (TG), estão condicionadas, além do conteúdo de matéria orgânica, à presença de argilominerais.

As rochas da Formação Irati foram as que destoaram completamente das demais formações, tanto nas características físicas como no que se refere às químicas e mineralógicas. Os teores de SiO_2 variam entre 36 e 50%, o Al_2O_3 entre 7 e 11% e o Fe_2O_3 , bastante elevado, chega a atingir 9,3%. Destaques adicionais para CaO e MgO , devido à presença de dolomita. Os teores de carbono orgânico e ferro divalente são elevados. O diagrama ternário dos principais óxidos é apresentado na Figura 9.

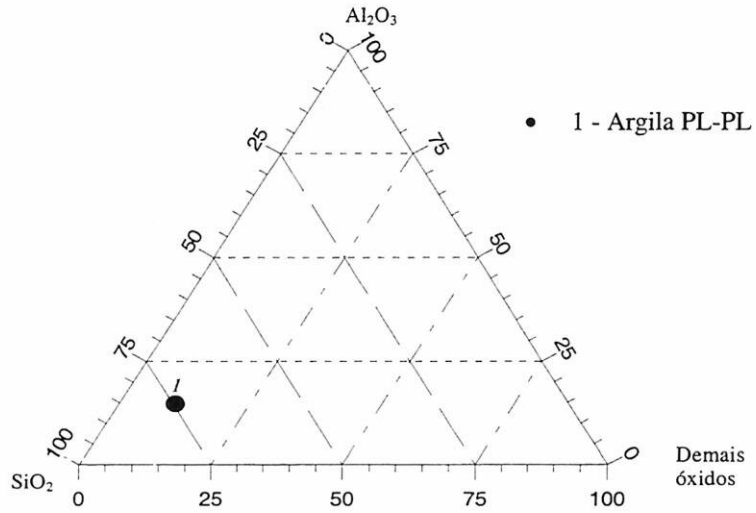


Figura 5 - Diagrama ternário dos principais óxidos das argilas da Formação Palermo

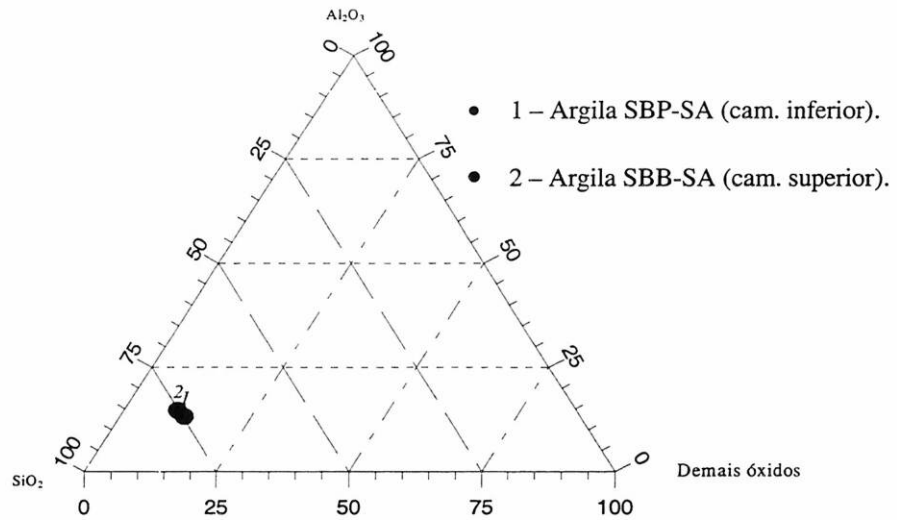


Figura 6 - Diagrama ternário dos principais óxidos das argilas da Formação Serra Alta.

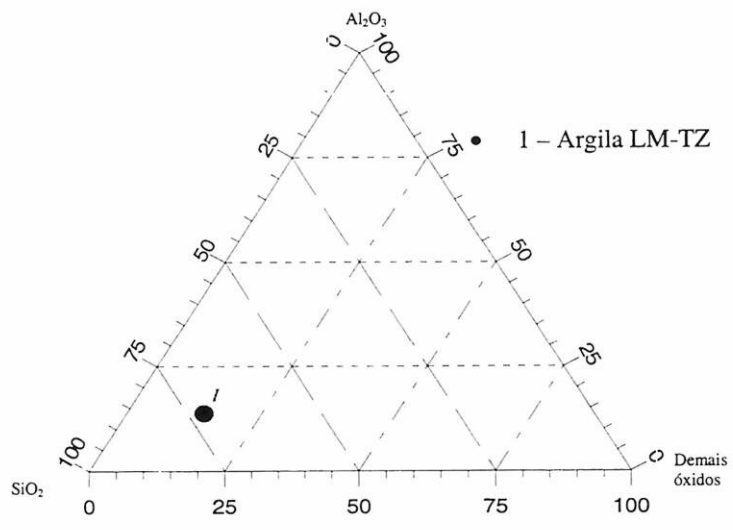


Figura 7 - Diagrama ternário dos principais óxidos das argilas da Formação Terezina

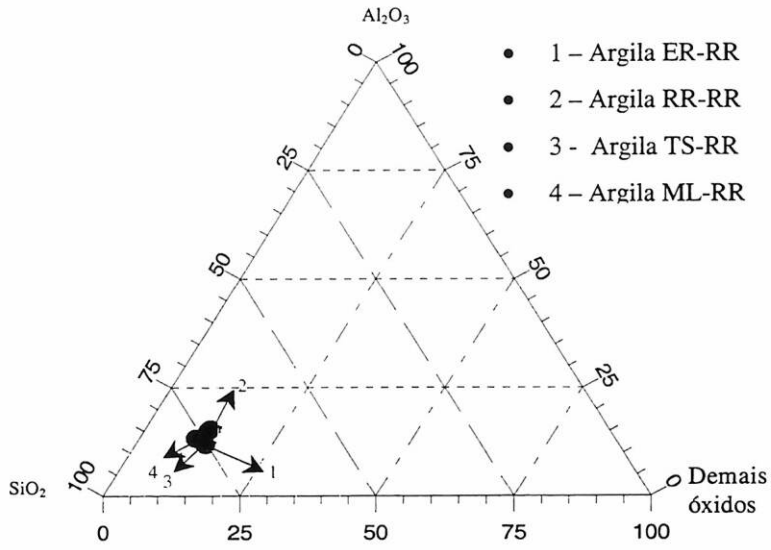


Figura 8 - Diagrama ternário dos principais óxidos, das argilas da Formação Rio do Rasto

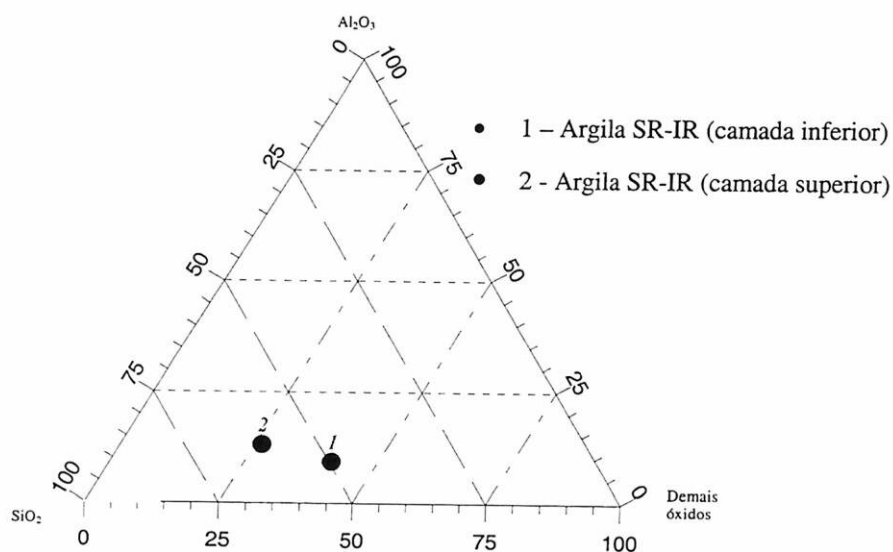


Figura 9 - Diagrama ternário dos principais óxidos, das argilas da Formação Irati

As argilas da Formação Irati são essencialmente ilíticas, com baixo percentual de quartzo quando comparado com as demais Formações. Apresentam ainda feldspato sódico e elevado percentual de dolomita, forte indicativo de um ambiente marinho de sedimentação.

Conforme o resultado da análise térmica diferencial (DTA), os picos apresentados pela amostra da Formação Irati são de origem exotérmica e estão relacionados à combustão de matéria orgânica e oxidação de sulfeto. A perda de massa total obtida através da análise termogravimétrica (TG) está relacionada principalmente ao elevado percentual de matéria orgânica e também à presença de carbonatos.

As amostras de rochas pelíticas de um modo geral apresentaram elevados percentuais de sais solúveis, principalmente aquelas pertencentes às Formações Irati e Terezina, seguido pelas argilas escuras da Formação Rio Bonito, com 0,650%, 0,258% e 0,070%, respectivamente.

As rochas pelíticas (com exceção às da Formação Irati) não apresentam problemas de defloculação; Já as argilas plásticas, mais caulínicas, como as da Formação Rio Bonito, são problemáticas, dificultando a moagem via úmida, principalmente aquelas de coloração escura, que são altamente tixotrópicas.

As argilas da Formação Rio Bonito são menos fundentes que as rochas pelíticas e apresentam elevada plasticidade. De uma forma geral essas argilas plásticas apresentam

elevada densidade aparente, tanto a seco como após queima. As rochas pelíticas das demais formações geológicas apresentam geralmente uma densidade aparente relativamente baixa a seco e elevada após queima.

As amostras relativas às das Formações Rio do Rasto, Palermo e Terezina, são fundentes devido à presença marcante do argilomineral ilita e também dos feldspatos potássico e sódico, que contribuem para a formação de fases líquidas durante a queima. A amostra ER-RR, pertencente ao Membro Serrinha da Formação Rio do Rasto, foi a única que apresentou calcita na sua composição, indicando fortes indícios de ambiente marinho de sedimentação. A amostra TS-RR, também da mesma Formação, foi a única com a presença de argilomineral do grupo das esmectitas.

Na análise térmica diferencial (DTA), o pico endotérmico apresentado pela amostra de argila da Formação Palermo está relacionado à perda de água de constituição da ilita e a perda de massa, observada na análise termogravimétrica (TG), é em função da matéria orgânica e também da perda de água de constituição do referido argilomineral.

Embora as argilas da Formação Palermo apresentem coração negro de média intensidade, é possível utilizá-las na produção de piso monoqueima, mas com alguma restrição. De acordo com os resultados obtidos em laboratório, o percentual máximo a ser utilizado sem comprometer a qualidade do produto é de 20%.

Essas rochas quanto mais alteradas apresentam maior refratariedade e plasticidade. A amostra da Formação Terezina, embora com característica rochosa, se destacou perante as demais amostras das outras formações geológicas pela elevada plasticidade depois de moída, apresentando uma densidade aparente do corpo seco (cru) igual ou até superior às argilas plásticas "in natura". Essas características podem ser explicadas por uma distribuição de tamanho de partícula com granulação significativamente mais fina.

É totalmente desaconselhável o uso das argilas das Formações Irati e Serra Alta na fabricação de pisos pelo processo de monoqueima. As rochas das Formações Serra Alta e Irati são muito problemáticas, devido à tendência de piroexpansibilidade, o que impossibilitou a realização da maioria dos ensaios físicos, devido à elevada deformação dos corpos de prova. Na Formação Serra Alta, os elementos responsáveis pela deformação são o carbono orgânico e o ferro na forma divalente. Já na Formação Irati o carbonato na forma de dolomita, o carbono orgânico e o ferro na forma divalente são os responsáveis pela deformação. A dolomita libera o CO_2 a aproximadamente 850 e

950°C, contribuindo para o aumento de volume do corpo de prova e conseqüente queda da densidade aparente, pois nesta temperatura já desenvolveu no mesmo uma capa fundente impedindo a saída dos elementos voláteis.

As argilas com maiores conteúdos de caulinita, como as da Formação Rio Bonito, mostram uma dilatação térmica mais baixa, porque durante o processo de queima a caulinita apresenta uma tendência maior em nuclear mulita, a qual apresenta um coeficiente dilatométrico relativamente baixo. Já as rochas pelíticas das demais Formações, devido ao seu caráter ílítico e presença marcante de quartzo e outros minerais primários como os feldspatos potássicos e sódicos, apresentam dilatações térmicas mais elevadas.

A característica física mais importante das argilas no processo de monoqueima é a tendência ou não de formação de “coração negro”, durante a queima. Em todas as formações estudadas as amostras que evidenciaram serem mais inadequadas foram as da Formação Irati, seguida pela Formação Serra Alta, marcadas pelo excesso de carbono orgânico e ferro na forma divalente. As argilas escuras da Formação Rio Bonito também são altamente problemáticas quanto ao aparecimento de “coração negro”. As únicas amostras (dentre todas as amostras das demais Formações geológicas estudadas) que não apresentaram esta característica foram as pertencentes à Formação Rio do Rasto, sendo as que melhor se adaptaram à fabricação de pisos cerâmicos pelo processo de monoqueima.

5 ALTERNATIVAS DE FORMULAÇÃO DE MASSA COM MATÉRIAS-PRIMAS REGIONAIS

A partir dos resultados obtidos nos ensaios físicos, químicos e mineralógicos das amostras provenientes das diferentes formações geológicas, efetuou-se o desenvolvimento de uma massa cerâmica, com características técnicas compatíveis com uma massa padrão, já existente em utilização pelo Grupo Eliane, e que estivesse de acordo com a norma NBR 13817, grupo BIIa (absorção de água entre 3,0 e 6,0%).

Foi utilizado como critério para o desenvolvimento das várias formulações a performance tecnológica das amostras analisadas, no que se refere a:

- absorção de água;
- retração de queima;
- densidade aparente (preferencialmente a seco);
- ausência ou baixa incidência de "coração negro".

As formulações desenvolvidas com os respectivos custos das diferentes matérias-primas são apresentadas na Tabela 1.

Tanto a formulação referente à massa padrão (MP), quanto as outras quatro elaboradas a partir deste estudo foram submetidas a ensaios físicos, cujos resultados são mostrados na Tabela 2.

De acordo com os resultados obtidos em laboratório, comparativamente à formulação padrão (MP), as composições F2 e F4 foram as que apresentaram os melhores resultados. A F4 foi a que realmente apresentou o melhor resultado, com algumas vantagens técnicas em relação à massa padrão, tais como: maior densidade aparente tanto a seco como queimado, maior resistência mecânica a seco e queimado e principalmente menor absorção de água.

As características técnicas como aumento da densidade aparente, resistência mecânica e diminuição da absorção de água estão relacionadas à qualidade do empacotamento do corpo, que depende diretamente do tamanho e distribuição das partículas. A densidade aparente e a resistência mecânica elevada da composição de massa queimada, bem como a baixa absorção de água, estão relacionadas também à formação de fase líquida, com a redução da porosidade durante o processo de sinterização.

Tabela 1 – Formulações de massas de pisos desenvolvidas com o objetivo de utilização no processo de monoqueima.

MATÉRIAS PRIMAS	COMPOSIÇÕES (% MASSA)					
	RS/t	MP	F1	F2	F3	F4
ARGILA CB-RB	8,80	15	20	20	20	10
ARGILA AW	22,11	20	-	-	-	-
ARGILITO CASTRO	51,04	10	-	-	-	-
ARGILITO ER-RR	13,26	20	30	30	30	30
ARGILITO RR-RR	16,28	20	20	20	20	20
CAULIM RS	19,81	5	-	-	-	-
FONÓLITO CCU	87,35	6	-	-	-	-
TALCO ITAJARA	50,82	4	-	-	-	-
ARGILA ST-RS	7,80	-	20	10	10	10
ARGILA TS-RR/Q	15,00	-	-	-	10	10
SILTITO PL-PL	14,00	-	10	20	10	20
CUSTO MÉDIO (R\$)		25,01	11,96	12,58	12,68	13,20

Notas:

- MP refere-se à formulação da massa padrão.
- Argila AW - argila plástica, proporciona a massa cerâmica plasticidade, confere resistência ao corpo cerâmico antes da queima; proveniente do município de Alfredo Wagner, no Estado de Santa Catarina, distante da indústria consumidora, aproximadamente 300 km.
- Argilito Castro - Argilito Castro, material fundente, de cor de queima claro (bege claro) proveniente do município do mesmo nome, no Estado do Paraná, distante da indústria consumidora, aproximadamente 700 km.
- Caulim RS - Caulim Rio Grande do Sul, matéria-prima de cor de queima claro (branco a rosa claro), confere à massa cerâmica estabilidade de queima (absorve possíveis variações de forno) e dimensional (reduz o número de tamanhos na classificação); proveniente do município de Pântano Grande, Estado do qual, a referida matéria-prima leva o nome, distante da indústria consumidora, aproximadamente 450 km.
- Fonólito CCU – fundente enérgico, proporciona ao produto cerâmico baixa absorção de água. Rocha alcalina proveniente do município de Correia Pinto, distante da indústria consumidora, aproximadamente 200 km.
- Talco Itajara – matéria-prima que confere à massa cerâmica grande estabilidade de queima, fazendo com que a mesma suporte possíveis variações de forno inibindo o choque térmico, por consequência reduzindo o percentual de quebras; proveniente do município de Castro, no Paraná, distante da indústria consumidora, aproximadamente 700 km.

Tabela 2 – Ensaio físicos para diferentes formulações de massas cerâmicas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	FP	F1	F2	F3	F4
Densidade aparente seco (g/cm ³)	1,92	1,96	1,95	1,95	1,95
Res. Mecânica seco (kgf/cm ²)	38,9	38,8	42,1	38,3	40,5
Densidade aparente queimado (g/cm ³)	2,12	2,16	2,15	2,17	2,18
Res. Mecânica queimado (kgf/cm ²)	336	328	312	329	342
Retração de queima (%)	4,7	4,6	4,5	5,0	5,2
Absorção de água (%)	6,7	6,0	6,1	5,7	5,4
Perda ao fogo	5,0	4,6	4,5	4,7	4,4
Dilatação térmica linear ($\alpha = 25 - 325$) x 10 ⁻⁷ / °C	68,8	67,9	66,4	67,4	68,1
Coração negro	Isento	Baixo	Isento	Baixo	Isento

As curvas de distribuição granulométrica para a massa padrão (MP) e formulações F2 e F4 são apresentadas na Figura 10. Embora as três distribuições sejam semelhantes, verifica-se que tanto a composição F2 como a F4 apresentaram menor tamanho de partícula, e a distribuição num intervalo mais estreito, quando comparado com a massa padrão.

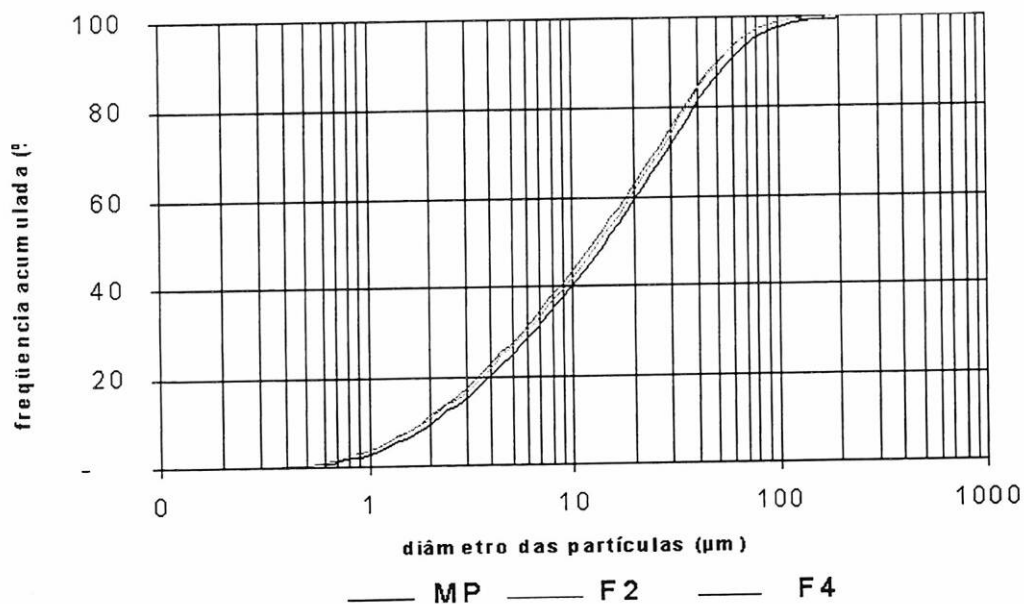


Figura 10 – Distribuição de tamanho de partícula para diferentes formulações (MP, F2 e F4).

Ainda comparando-se a massa padrão com as formulações F2 e F4 tem-se a destacar como aspectos negativos a cor de queima mais avermelhada, devido ao elevado percentual de ferro presente nas argilas da Bacia do Paraná, e a maior tendência à formação de “coração negro” atribuído ao maior percentual de matéria orgânica, presentes nas argilas das Formações Rio Bonito e Palermo, utilizadas no referido desenvolvimento.

Por tratar-se de matérias-primas regionais, o custo da composição F4 é significativamente inferior à composição padrão (MP). A massa padrão apresenta um custo de R\$ 25,01/t e a formulação F4 de R\$ 13,20/t, considerando um consumo de massa de 10.000 t/mês para uma produção de 550.000 m², a economia anual seria de 47,2%.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

A constante evolução tecnológica da indústria cerâmica de revestimentos, com ciclos de produção cada vez mais rápidos, maiores exigências quanto às matérias-primas e o aumento crescente da competitividade, tanto no mercado interno como externo, foram as constatações que evidenciaram a importância da realização do estudo de caracterização física, química e mineralógica das argilas das diferentes Formações geológicas pertencentes à Bacia do Paraná, no Sul de Santa Catarina. Através desse estudo, conclui-se que algumas argilas podem ser utilizadas com sucesso no processo de monoqueima, algumas com restrição, enquanto outras não são passíveis de utilização.

As principais dificuldades observadas quanto à utilização destas argilas estão relacionados à presença excessiva de matéria orgânica e ferro, responsáveis pelo aparecimento de coração negro, além da presença de carbonatos em alguns níveis de certas Formações, causadores de furos nos esmaltes e sais solúveis na forma de sulfatos, responsáveis pelo aparecimento de eflorescências.

Pelos resultados obtidos, observou-se que as argilas presentes no topo da Formação Rio do Sul, embora apresentando certa refratariedade, podem ser utilizadas sem problemas nesse processo de fabricação.

Dentre as formações geológicas estudadas, as que se destacaram como sendo as mais inadequadas foram Irati, Serra Alta e as argilas escuras da Formação Rio Bonito. Os problemas verificados em amostras da Formação Irati estão relacionados à presença excessiva de carbono orgânico, ferro e carbonato, na forma de dolomita; na Formação Serra Alta ao carbono orgânico e ferro e na Formação Rio Bonito à presença de carbono orgânico. As argilas pertencentes a essas formações devem ser evitadas, sendo totalmente desaconselhável o seu uso, pois, com certeza, acarretariam prejuízos para o processo produtivo, além de degradar a imagem dos produtos.

As argilas das Formações Palermo, Terezina e as argilas claras da Formação Rio Bonito, embora apresentem alguns problemas (como, por exemplo, tendência à formação de “coração negro” de baixa a média intensidade), podem fazer parte de uma composição de massa de piso através do processo de monoqueima, com percentuais de no máximo 20%, conforme constatado nos resultados de ensaios efetuados.

O Membro Serrinha, da Formação Rio do Rasto apresenta níveis de carbonato possíveis de individualização nas frentes de lavra. A utilização deste material no processo de monoqueima é possível desde que seja considerada uma lavra seletiva do mesmo, com o descarte dos níveis com presença de carbonatos.

De um modo geral, a Formação Rio do Rasto, representada neste trabalho por amostras de procedências diversas, foi a que apresentou a melhor performance tecnológica para ser empregada na produção de pisos pelo processo de monoqueima.

Finalizando os estudos, foram desenvolvidas formulações de massas cerâmicas para pisos empregando-se unicamente matérias-primas regionais, desconsiderando-se as argilas das Formações geológicas diagnosticadas como inadequadas para uso no processo monoqueima.

Os resultados obtidos, comparativamente à massa padrão até então utilizada, mostraram vantagens técnicas e significativos ganhos econômicos, com redução de 48% no custo da massa cerâmica.

5.2 Sugestões

Sugere-se a realização de um estudo mais aprofundado quanto aos limites aceitáveis de sais solúveis presentes numa argila, de forma que os mesmos não tragam problemas de manchas (eflorescência) na superfície do piso.

Para a Formação Terezina, embora com poucas exposições no sul de Santa Catarina, sugere-se um trabalho mais detalhado de mapeamento geológico, com o objetivo de aumentar a sua aplicação em composições de massas de pisos pelo processo de monoqueima.

Fica também como sugestão a utilização do controle da atmosfera do forno, através da oxigenação, para a eliminação do “coração negro” de massas cerâmicas que utilizem argilas das formações geológicas estudadas consideradas problemáticas. Sabe-se que a adição de oxigênio como controlador da atmosfera do forno permite a eliminação ou a minimização deste defeito, mas, por referir-se a um tratamento de custo elevado, é necessário se conhecer a quantidade que é possível utilizar, sem inviabilizar economicamente o produto, pois quanto mais intensa é a formação de “coração negro” maior é o consumo de oxigênio que deve ser empregado para evitar o surgimento deste tipo de defeito.

7 LISTA DE REFERÊNCIAS

AMORÓS, J.L. et al. **Manual para el control de la calidad de materias primas arcillosas**. Espanha: Instituto de Tecnologia Cerâmica, 1998.178 p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Roteiro da Coluna White**. Florianópolis, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13817: placas cerâmicas para revestimentos - classificação**. Rio de Janeiro, 1997.

FRANSON, M. A H. **Standard methods for the examination of water and wastewather**. Washington: American Public Health Association, 1998.

JENKINS R. **X-Ray fluorescence spectrometry**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999.

MOORE, D. M.; REYNOLDS JUNIOR., R. C. **X-ray diffraction and identification and analysis of clay minerales**. New York: Oxford University, 1989.

SILVA, L. C.; BORTOLUZZI, C. A. **Mapa geológico do Estado de Santa Catarina, Textos básicos de geologia e recursos de Santa Catarina**, escala 1:500.000. Florianópolis: Ciência e Tecnologia, Minas e energia, 1987.

SINDICERAM. Criciúma - SC. Demonstrativo geral de produção - **Faturamento bruto (R\$) 2002 - região sul - SC**. Disponível em <<http://www.sindiceram.com.br>>. Acesso em: 10 de fev. 2003.

WEBB, P. A.; ORR, C. **Analytical methods in fine particles technology**. [S. l.]: Mycomeretics Instrument Corp., 1997.

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PMI/001 - Características Geométricas da Escavação Mecânica em Mineração: Exemplo de Escavadora de Caçamba de Arraste - ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/002 - Prospecção Geoquímica Experimental na Ocorrência de Ouro Tapera Grande - PAULO BELJAVSKIS, HELMUT BORN
- BT/PMI/003 - Estudo de Processo de Dupla Flotação visando o Beneficiamento do Minério Carbonático de Fosfato de Jacupiranga - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/004 - Desenvolvimento de um Equipamento Não-Convencional em Beneficiamento Mineral: A Célula Serrana de Flotação Pneumática - RICARDO NEVES DE OLIVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/005 - Ajuste de Modelos Empíricos de Operação de Ciclones - HOMERO DELBONI JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/006 - Contribuição ao Estudo dos Explosivos Permissíveis - AMILTON DOS SANTOS ALMEIDA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/007 - Contribuição ao Dimensionamento de Pilares em Minas Subterrâneas de Manganês - LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/008 - Exploração Mineral: Conceitos e Papel do Estado - LUIZ AUGUSTO MILANI MARTINS, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/009 - Otimização do Projeto de Pátios de Homogeneização através do Método da Simulação Condicional - FLAVIO MOREIRA FERREIRA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/010 - Considerações Gerais sobre Desmonte de Rocha: Análise de Custo - Índice de Produtividade e Otimização da Malha de Perfuração - MARCO ANTONIO REZENDE SILVA, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/011 - Aglomeração de Rejeitos de Fabricação de Brita para sua Reciclagem - ARTHUR PINTO CHAVES, BRADDLEY PAUL
- BT/PMI/012 - Método de Dimensionamento de Peneiras para a Classificação Granulométrica de Rochas ou Minérios - FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/013 - Processo de Beneficiamento para Obtenção de uma Carga Mineral Nobre a partir do Fosfogesso - WALTER VALERY JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/014 - Estudo da Carboxi-Metil-Celulose como Aglomerante para Pelotização - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/015 - A Influência do Amido de Milho na Eficiência de Separação Apatita/Minerais de Ganga Via Processo Serrana - LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/016 - Beneficiamento de Criolita Natural - Estado da Arte - HENRIQUE KAHN, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/017 - Estudo da Variação do Índice Energético Específico - W_i , segundo a Granulometria do Ensaio, Obtida através de um Moinho de Bolas Padrão, em Circuito Fechado - MARIO SHIRO YAMAMOTO, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/018 - Fluorita - FERNANDO FUJIMURA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/019 - O Aproveitamento de Recursos Minerais: Uma Proposta de Abordagem a Nível Nacional - CELSO PINTO FERRAZ, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/020 - Comparação de duas Metodologias - A de Bieniawski e a de Panek, para Dimensionamento de Tirantes em Galerias Subterrâneas de Seção Retangular em Camadas Estratificadas - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/021 - Caracterização de Maciços Rochosos através de Envolvimentos de Resistência por Tratamento Estatístico utilizando Dados de Laboratório do IPT Simulando Condições Geotécnicas do Maciço - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/022 - Avaliação de Impactos Ambientais na Mineração de Combustíveis Fósseis Sólidos - GILDA CARNEIRO FERREIRA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/023 - O Lado Nocivo do Elemento Quartzo no Desgaste Abrasivo de Mandíbula de Britadores - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/024 - Conceitos Básicos de Iluminação de Minas Subterrâneas - SÉRGIO MEDICI DE ESTON, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/025 - Sistema Computadorizado para Ajuste de Balanço de Massas e Metalúrgico - ANTONIO CARLOS NUNES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/026 - Caracterização Mineralógica/Tecnológica das Apatitas de alguns Depósitos Brasileiros de Fosfato - SARA LAIS RAHAL LENHARO, HELMUT BORN
- BT/PMI/027 - Classificação de Maciços quanto à Escarificabilidade - GUILHERME DE REZENDE TAMMERIK, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, LINDOLFO SOARES

- BT/PMI/028 - Análise Comparativa de Métodos de Amostragem de Depósitos Auríferos - FÁBIO AUGUSTO DA SILVA SALVADOR, HELMUT BORN
- BT/PMI/029 - Avaliação da Qualidade de Corpos Moedores para o Minério Fosfático de Tapira - MG - GERALDO DA SILVA MAIA, JOSÉ RENATO B. DE LIMA
- BT/PMI/030 - Contribuição ao Estudo da Cominação Inicial à Partir da Malha de Perfuração - MARCO ANTONIO REZENDE SILVA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/031 - Análises Químicas na Engenharia Mineral - GIULIANA RATTI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/032 - Usos Industriais da Atapulga de Guadalupe (PI) - SALVADOR LUIZ MATOS DE ALMEIDA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/033 - Minerais Associados às Apatitas: Análise de sua Influência na Produção de Ácido Fosfórico e Fertilizantes Fosfatados - ROBERTO MATTIOLI SILVA, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/034 - Beneficiamento dos Caulins do Rio Capim e do Jari - ADÃO BENVINDO DA LUZ, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/035 - Dimensionamento de Suportes em Vias Subterrâneas - LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/036 - Estudos da Modelagem Matemática da Moagem com Seixos para Talco de Diversas Procedências - MARIO VALENTE POSSA, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/037 - Mecânica de Rochas Aplicada ao Dimensionamento do Sistema de Atirantamento em Minas Subterrâneas - LEONCIO TEÓFILO CARNERO CARNERO
- BT/PMI/038 - Geometria de Minas a Céu Aberto: Fator Crítico de Sucesso da Indústria Mineral - FÁBIO JOSÉ PRATI, ANTÔNIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/039 - Substituição do Aço por Polímero e Compósitos na Indústria Automobilística do Brasil: Determinantes e Conseqüências para o Mercado de Minério de Ferro - WILSON TRIGUEIRO DE SOUSA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, ANTONIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/040 - Aplicação de uma Metodologia que Simule em Moinho de Laboratório Operações Contínuas de Moagem com Seixos para Talco - REGINA COELI CASSERES CARRISSO, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/041 - A Indústria Extrativa de Rochas Ornamentais no Ceará - FRANCISCO WILSON HOLLANDA VIDAL, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/042 - A Produção de Fosfato no Brasil: Uma Apreciação Histórica das Condicionantes Envolvidas - GILDO DE A. DE SÁ C. DE ALBUQUERQUE, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/043 - Flotação em Coluna - Estado de Arte - JULIO CESAR GUEDES CORREIA, LAURINDO SALIES LEAL FILHO
- BT/PMI/044 - Purificação de Talco do Paraná por Flotação e Alveamento Químico - IVAN FALCÃO PONTES, LAURINDO SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/045 - Pequena Empresa - A Base para o Desenvolvimento da Mineração - GILSON EZEQUIEL FERREIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/046 - Máquinas de Flotação - ROGÉRIO CONTATO GUIMARÃES, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/047 - Aspectos Tecnológicos do Beneficiamento do Carvão de Candiota (RS) - ANTONIO RODRIGUES DE CAMPOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/048 - Efeito das Dimensões de Provetas no Dimensionamento de Espessadores - ELTON AZEVEDO MASINI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/049 - Água no Processamento Mineral - RODICA MARIA TEODORESCU SCARLAT, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/050 - Drenagens Ácidas do Estéril Piiritoso da Mina de Urânio de Poços de Caldas: Interpretação e Implicações Ambientais - VICENTE PAULO DE SOUZA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/051 - "Caracterização Tecnológica de Minérios Auríferos. Um Estudo de Caso: O Minério Primário da Jazida de Salamangone, AP." - MARIA MANUELA MAIA LÉ TASSINARI, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/052 - Ensino de Engenharia de Minas - WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/053 - Redistribuição de Tensões e Desenvolvimento da Zona Clástica em Túneis Circulares - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/054 - Projeto de Barragem para Reservação de Mistos de Minerais Pesados Rejeitados pelo Beneficiamento de Cassiterita na Mina do Pitinga - MARCELO PIMENTEL DE CARVALHO, EDER DE SILVIO, LINDOLFO DE SILVIO
- BT/PMI/055 - A Segurança e a Organização do Trabalho em uma Mineração Subterrânea de Carvão da Região de Criciúma - Santa Catarina - DORIVAL BARREIROS, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/056 - Diagnóstico de Lixiviação para Minérios de Ouro - VANESSA DE MACEDO TORRES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/057 - O Estado da Arte em Tratamento de Minérios de Ouro - RONALDO DE MOREIRA HORTA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/058 - Vias Subterrâneas em Rocha - Escavação por Explosivos - WILDOR THEODORO HENNIES, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA

- BT/PMI/059 - Aumento da Seletividade na Separação da Fluorita/Calcita/Barita/Apatita por Flotação. Jazida de Mato Preto - PR - MONICA SPECK CASSOLA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMC/060 - Desenvolvimento de Processo para Extração de Gálio do Licor de Bayer por Resinas de Troca-Iônica de Poli (Acrilamidoxima) - WALDEMARAVRITSCHER, LAURINDODESALLES LEALFILHO
- BT/PMI/061 - Estudo de Aspectos Geomecânicos Aplicados ao Projeto de Minas Subterrâneas - EDUARDO CÉSAR SANSONE, LINEU A. AYRES DA SILVA
- BT/PMI/062 - Avaliação da Recuperação de Áreas Degradadas por Mineração na Região Metropolitana de São Paulo - OMAR YAZBEK BITAR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/063 - Avaliação Técnica dos Processos de Cianetação/Adsorção da Mina de Fazenda Brasileiro - ÁUREA MARIA DIAS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/064 - A Nova Configuração da Indústria de Fertilizantes Fosfatados no Brasil - YARA KULAIF, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/065 - Estudos de Flotação em Coluna com Finos de Fosfato da Ultrafertil em Escala Piloto - JOSÉ PEDRO DO NASCIMENTO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/066 - Flotação da Apatita da Jazida de Tapira - MG - LUIZ A. F. BARROS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO- LUIZ A. F. BARROS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/067 - Minerais Industriais: Conceituação, Importância e Inserção na Economia - FRANCISCO REGO CHAVES FERNANDES, EDUARDO CÂMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/068 - Atividades Micro-Sísmicas e a Ruptura de Rochas - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/069 - Metodologia para Caracterização Tecnológica de Matérias Primas Mineraias - LÍLIA MASCARENHAS SANTAGOSTINO, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/070 - Aplicação de Modelos Numéricos ao Projeto de Escavação por Explosivos de Túneis e Galerias - LUIZ CARLOS RUSILO, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/071 - O Estado da Arte da Cianetação de Minérios Auríferos - ROBERTO GOULART MADEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/072 - Revisão da Indústria Mineral de Titânio - ANTÔNIO HELENO DE OLIVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/073 - Sistematização de Casos de Instabilidades em Encostas Rochosas no Município de Santos, Através de Nova Metodologia de Avaliação de Estabilidade - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/074 - A Minerio-Metalurgia e suas Ligações com a Geologia e suas Engenharias de Minas, Metalúrgica e Química - RICARDO ALVARES DE CAMPOS CORDEIRO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/075 - A Redução da Umidade de Minérios de Ferro com o Emprego de Microondas - FERNANDO LEOPOLDO VON KRÜGER, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/076 - Estimção de Parâmetros do Modelo Cinético de Moagem - CLÁUDIO FERNANDES, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMC/077 - A Bauxita e a Indústria do Alumínio - JOSÉ CRUZ DO CARMO FLÔRES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMC/078 - Técnicas de Tratamento de Minérios para Reciclagem de Vidro - CLEUSA CRISTINA BUENO MARTHA DE SOUZA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/079 - Comparação entre Cylpebs e Bolas na Moagem Secundária da Samarco Mineração - JOAQUIM DONIZETTI DONDA, ANTONIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/080 - Calcários Dolomíticos da Região de Ouro Preto para usos na Metalurgia e como Rochas Ornamentais - MARCÍLIO DIAS DE CARVALHO, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/081 - Estudo de Reoxidação e Redução de Ferro Contido em Caulins - ADÃO BENVINDO DA LUZ, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/082 - Recuperação do Gálio Existente no Licor de Bayer de Poços de Caldas por Flotação Iônica: Estudo dos Coletores - ANA MARGARIDA MALHEIRO SANSÃO, LAURINDO DE SALLES LEAL
- BT/PMI/083 - Contribuição ao Conhecimento de Argilas de Cuba - GUILLERMO RUPERTO MARTÍN CORTÉS, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/084 - Determinação da Rugosidade da Superfície de Descontinuidades Rochosas - JOSÉ MARGARIDA DA SILVA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/085 - Serragens de Granitos para Fins Ornamentais - ANTONIO STELLIN JR
- BT/PMI/086 - Evolução Magmática e Modelo Metalogenético dos Granitos Mineralizados da Região de Pitíngua, Amazonas, Brasil - SARÁ LAIS RAHAL LENHARO, HELMUT BORN
- BT/PMI/087 - Considerações sobre o Dimensionamento de Equipamentos de Carga e Transporte em Mineração a Céu Aberto - IESO DO COUTO COUTINHO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI

- BT/PMI/088 – Tratamento do Minério de Transição de Cobre e Ouro de Igarapé Bahia, Carajás, PA – DACILDO RODRIGUES DE SOUZA, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/089 – Variáveis que Interferem nos Problemas Ambientais Gerados Durante os Desmontes de Rochas – VALDIR COSTA E SILVA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/090 – Caracterização Mineralógica do Minério de Cobre e Ouro Secundário de Igarapé Bahia – LUIS RODRIGUES ARMÔA GARCIA, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/091 – O Topázio na Região de Ouro Preto: Minas do Vermelhão e Capão do Lana – JAIR MAZON JÚNIOR, HELMUT BORN
- BT/PMI/092 – A Mineralização Aurífera de Fazenda Brasileiro – BA Aspectos Geológicos e Planejamento de Lavra – MARCO ANTONIO DE MORAES SILVA, HELMUT BORN
- BT/PMI/093 – Estudo dos Mecanismos de Adsorção em Meio Ácido dos Metais Chumbo e Zinco em uma Turfa de Jaconé – RJ – MARIA DIONÍSIA COSTA DOS SANTOS, LAURINDO DE SALLES LEAL
- BT/PMI/094 – Cartografia de Riscos Geológicos Associados a Escorregamentos no Município de Embu – RMSP – CÉLIA MARIA GARIBLADI, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/095 – Revisão da Teoria para Projeto de Taludes Heterogêneos em Minas a Céu Aberto – FLÁVIO MOREIRA FERREIRA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/096 – Estratégias para Remediação de um Sítio Contaminada por Metais Pesados: Estudo de Caso – JOSÉ ÂNGELO SEBASTIÃO ARAUJO DOS ANJOS, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/097 – Estudo dos Elementos Abrasivos de Fios Diamantados para a Lavra de Granitos do Ceará – FRANCISCO WILSON HOLLANDA VIDAL, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/098 – Caracterização Mineralógica do Depósito de Terras no Complexo Alcalino – Carbonatítico de Barra do Itapirapua (SP/PR) – Área de Detalhe I – Maria de Lourdes Lorenzi, Henrique Kahn
- BT/PMI/099 – Considerações sobre a Seleção de Equipamentos para o Transporte de Minérios – ALEXANDRE DE SANT'ANNA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/100 – Desgaste Abrasivo em Britadores de Mandíbulas – NILSON MAR BARTALINI, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/101 – Viabilidade do Emprego de Finos de Basalto em Concreto Compactado a Rolo – KLEBER DA SILVA MENDES, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/102 – Sistema Especialista para o Processamento de Minérios de Ouro – VANESSA DE MACEDO TORRES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/103 – Desenvolvimento de Eletrodos de Pasta de Carbono Modificados com a Resina Poliamidoxima (ES-346) para a Determinação Potenciométrica de Gálio – MARCO ROGÉRIO BARRIOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/104 – Desenvolvimento de Processo para o Aproveitamento do Feldspato Contido em Finos de Pedreira de Nefelina Sienito – PAULO FERNANDO ALMEIDA BRAGA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/105 – Os Recursos Minerais e a Economia Internacional: Uma Reavaliação das Teorias – FRANCISCO REGO CHEVES FERNANDES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/106 – Importância dos Aspectos Geológico-Geotécnicos em Obras Implantadas na Serra do Mar – Uma Metodologia de Manutenção Preventiva – ORIOVALDO CUNHA MARTINEZ, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/107 – Lixiviação e Adsorção em Fazenda Brasileiro – CVRD: Uma Questão de Produtividade – ÁUREA MARIA DIAS GOMES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/108 – Análise Quantitativas por Difração de Raios-X em Engenharia Mineral – Aplicação dos Métodos de Rietveld e do Padrão Interno – GABRIELA CAMPOS FRONZAGLIA, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/109 – Avaliação das Principais Causas de Acidentes em Barragens de Contenção de Rejeitos Devido a Fatores Geológicos e Geotécnicos – FERNANDO IVAN VÁSQUEZ ARNEZ, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/110 – Problemas Relacionados a Tensões Naturais Durante a Lavra de Rochas Ornamentais – HUGO ANTONIO MERCONCHINI VEGA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/111 – Sistemas de Classificação na Análise da Estabilidade de Taludes em Maciços Brandos – ANDREA CRISTINA Y. DE MATTOS, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/112 – Metodologia para Amostragem de Material Particulado em Suspensão (MPS) – IVO TORRES DE ALMEIDA, SERGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/113 – Viabilização da Recuperação de Ouro de Minério Primário por Lixiviação em Pilha Mediante o uso de Britadores não Convencionais: Um Estudo de Caso: O Minério Primário da Mina de Almas-Paiol, TO – SALOMÃO SOLINO EVELIN, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/114 – Aplicação de Aditivos Químicos à Filtragem de Polpas de Minerais – LUIZ GUSTAVO ESTEVES PEREIRA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/115 – Proposta de Gerenciamento Ambiental de uma Área Degradada nos Municípios de Mauá e Ribeirão Pires – Região Metropolitana de São Paulo – ÁLVARO GUTIERREZ LOPEZ, LUIZ ENRIQUE SÁNCHEZ

- BT/PMI/116 – Experiência de Gerenciamento da Reforma e Adequação de um Moinho de Bolas de 4000 HP para nova Aplicação – AROLDO DUTRA GARCIA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/117 – Efeitos da Viscosidade no Processo de Deslamagem com Microciclones em Polpa Não-Newtoniana de Rocha Fosfática – MARIO VALENTE POSSA, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/118 – Caracterização Tecnológica de Depósitos de Cromita da Província de Camagüey, República de Cuba – JULIÁN ANDRÉS MÉNDEZ GARCÉS, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/119 – Garimpo de Ouro no Brasil: Desafios da Legalização – MARIA LAURA TAVEIRA DA MOTA GERALDES DE CARVALHO BARRETO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/120 – Contribuição ao Projeto de Reatores de Ácido Fosfórico para Processamento de Concentrados Apatíticos Brasileiros – ROBERTO MATTIOLI SILVA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/121 – Lixiviação em Pilhas de Minérios Oxidados de Cobre – GEYSA SANTOS DE PONTES PEREIRA, ELTON AZEVEDO MASINI
- BT/PMI/122 – Produção de Agregado como Alternativa para Produtores de Corretivo de Solo da Grande Curitiba – PLÍNIO CRISTIANO CAMBOIM DE OLIVEIRA, ANTÔNIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/123 – A Competitividade da Mineração Nacional com Ênfase no Minério de Ferro – GILSON EZEQUIEL FERREIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/124 – Aplicação de Turfa na Recuperação de Solos de Degradados pela Mineração de Areia – JOSÉ GUILHERME FRANCHI, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/125 – Aproveitamento de Materiais Fosfáticos Marginais para a Produção de Fertilizantes Organo-Fosfatados – CARLOS ALBERTO IKEDA OBA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/126 – Abordagem Participativa na Gestão de Recursos Minerais – CARLOS C. PEITER, ROBERTO C. VILLAS BÔAS
- BT/PMI/127 – A Importância dos Condicionantes Geológicos-Geotécnicos na Recuperação de Áreas Degradadas por Lavra de Minas a Céu Aberto – RICARDO DEGUTI DE BARROS SILVA, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/128 – Determinação de Indicadores de Impactos Ambientais Cumulativos Decorrentes da Mineração de Areia no Vale do Paraíba Através de Geoprocessamento – EDER LUIZ SANTO, LUIS HENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/129 – Tecnologia de Corte de Rocha Ornamental com Fio Helicoidal – FERNANDO FUJIMURA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/130 – Diagnóstico da Degradação do Meio Físico e Proposição de Medidas de Recuperação em Áreas de Mineração Abandonadas na Bacia do Guarapiranga, Região Metropolitana de São Paulo – MARIA MARTA TEIXEIRA VASCONCELOS, LUIS ENRIQUE SANCHEZ
- BT/PMI/131 – A Integração Competitiva do Setor Mineral Brasileiro no Cenário Internacional Estudo de Caso: O Setor de Aços Especiais Inoxidáveis – MANOEL RODRIGUES NEVES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/132 – Contribuição à Implantação de um Novo Pólo de Fertilizantes no Nordeste do Brasil – GILDO DE ARAÚJO SÁ C. DE ALBUQUERQUE, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/133 – Metodologia Construtiva do Poço de Produção da Mina Fazenda Brasileiro – LEONCIO TEÓFILO CARNERO CARNERO, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/134 – Aproveitamento de Finos Gerados nas Ferragens de Mármore e Granitos – IVAN FALCÃO PONTES, ANTÔNIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/135 – Aspectos Hidrodinâmicos na Flotação de Partículas Grossas – WENDEL JOHNSON RODRIGUES, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/136 – Aproveitamento de Rejeitos de Pedreiras de Santo Antônio de Pádua – RJ para Produção de Brita e Areia – SALVADOR LUIZ DE MATOS DE ALMEIDA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/137 – Análise Crítica do Desenvolvimento de Processos de Cianetação em Tanques Agitados – RINALDO PEDRO NARDI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/138 – A Utilização de Finos de Pedreira em Solo-Cimento Ensacado – EDILSON PISSATO, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/139 – Dessulfuração de Finos de Carvão de Santa Catarina por Concentradores Centrifugos – ANTÔNIO RODRIGUES DE CAMPOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/140 – Estereoquímica de Polissacarídeos e sua Influência na Seletividade da Separação Apatita/Calcita por Flotação Aniônica Direta – JULIO CESAR GUEDES CORREIA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/141 – Avaliação do Desempenho Ambiental – Proposta Metodológica e Diretrizes para Aplicação em Empreendimentos Cíveis e de Mineração – FRANCISCO NOGUEIRA DE JORGE, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/142 – Formação de Barreira Geoquímica para o Abatimento de Drenagens Ácidas de Estéril Piritoso – VICENTE PAULO DE SOUZA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/143 – Técnicas de Preparação de Areia para uso na Construção Civil – WILLIAM WHITAKER, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/144 – Inovação Tecnológica e Setores da Indústria: O Contexto da Indústria Extrativa e de Transformação Mineral – MARIA HELENA MACHADO ROCHA LIMA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO

- BT/PMI/145 – Determinação e Análise Estatística dos Índices Físicos de Pedras Ornamentais Brasileiras – ANTONIO STELLIN JUNIOR, EDUARDO CESAR SANSONE, MARIA RENATA MACHADO STELLIN
- BT/PMI/146 – Avaliação de Impacto Ambiental de Projetos de Mineração n Estado de São Paulo: A Etapa de Acompanhamento – ELVIRA GABRIELA C. S. DIAS, LUIS E. SÁNCHEZ
- BT/PMI/147 – Contribuição ao Estudo do Corte de Rochas por Jato D'Água Abrasivo – CARLOS TADEU LAUAND, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/148 – Competitividade na Exploração Mineral – Um Modelo de Avaliação – JOSÉ GUEDES DE ANDRADE, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/149 – Caracterização Tecnológica do Depósito de Terras Raras de Catalão I, GO. Áreas: Córrego do Garimpo e Lagoa Seca – MARIA MANUELA MAIA LÉ TASSINARI, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/150 – Contribuição ao Método de Determinação do Índice de Abrasividade de Bond (A. i.) à Luz de Outros Materiais Metálicos – JOSÉ BRUNO NETO, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/151 – Fabricação de Termofosfato Utilizando Fosfogesso – REYNALDO ARBUE PINI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/152 – Desenvolvimento de Tecnologia Eletrohidráulica Aplicada a Desmonte de Rochas em Áreas Urbanas – CARLOS MAGNO MUNIZ E SILVA, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/153 – Novo Método de Caracterização Tecnológica para Cominuição de Minérios – ANA CAROLINA CHIEREGATI, HOMERO DELBONI JUNIOR
- BT/PMI/154 – Desenvolvimento de Processo do Projeto Rocha Sã em Pitinga, AM – EDER DE SILVIO, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/155 – Aplicação dos Finos Gerados pela Produção de Pedras Britadas Graníticas no Concreto Pré-Misturado em Substituição às Areias Naturais – LIGIA NEVES, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/156 – Técnica de Simulação Numérica de Escavação Subterrânea por Computador - MÁRCIO DELCHIARO NIEBLE, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/157 - Jato de Água Abrasivo para Corte e Gravação de Materiais Friáveis – WILDOR THEODORO HENNIES, CARLOS TADEU LAUAND, GUILLERMO RUPERTO MARTÍN CORTÉS
- BT/PMI/158 – Desativação de Empreendimentos Mineiros: Estratégias para Diminuir o Passivo Ambiental – JOSÉ BAPTISTA DE OLIVEIRA JÚNIOR, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/159 – Previsão de Desempenho do Circuito de Moagem SAG da MSF a Partir do Índice de Quebra – FERNANDO KARAM DELBIM, HOMERO DELBONI JUNIOR
- BT/PMI/160 – A Poluição das Águas em Mineração de Calcário – MARCIA ADRIANI JORGE SIQUEIRA, SERGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/161 – Aplicação de Métodos Computacionais no Planejamento para Extração de Rocha Ornamental em Maciços Rochosos – MARCELO FILIPOV, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/162 – Proposições para Investigação de Parâmetros Controladores da Contaminação do Subsolo e das Águas Subterrâneas – MARILDA TRESSOLDI, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/163 – Fundamentos Teóricos para a Análise dos Mercados de Matérias-Primas Minerais – YARA KULAIF, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/164 – Análise Comparativa do Desempenho de Ciclones com base em Simulações Prévias e Ensaio em Escala Industrial – FLÁVIO AUGUSTO PESCE STOROLLI, HOMERO DELBONI JR.
- BT/PMI/165 – Flotação de Gálio a Partir do Licor de Bayer – LUIZ PAULO BARBOSA RIBEIRO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/166 – Avaliação de Técnicas de Instrumentação para o Monitoramento de Deformações nas Escavações Subterrâneas – MOUSTAFA HAMZE GUILART, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/167 – Aplicações do Mapa de ISO-Velocidades – WILSON SIGUEMASA IRAMINA, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/168 – Dureza Knoop em Rochas para Revestimento: Correlação com Desgaste Abrasivo – EDUARDO BRANDAU QUITETE, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/169 – Aplicação de Impelidores de Alta Eficiência na Indústria Mineral – SÉRGIO PETER HAUSER, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/170 – Recuperação de Partículas Minerais Finas e Ultrafinas de Cassiterita - PRISCILA CORREIA DE FIGUEIREDO, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/171 – Concentração de Minerais com Jigue Centrífugo Kelsey – JAIME HENRIQUE BARBOSA DA COSTA, HOMERO DELBONI JÚNIOR
- BT/PMI/172 – Caracterização Tecnológica do Carvão das Camadas Barro Branco e Bonito para Fins Energéticos na Região de Criciúma – SC – ROSIMERI VENÂNCIO REDIVO, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/173 – Desenvolvimento de Processo para Produção de Gálio Metálico a Partir do Licor de Bayer da Companhia Brasileira de Alumínio – CBA – WALDEMAR AVRITSCHER, ELTON AZEVEDO MASINI

- BT/PMI/174 – A Influência de Aditivos Químicos na Moagem de Minério de Nióbio – MARCUS VINICIUS PELAIS BENOTI, HOMERO DELBONI JUNIOR
- BT/PMI/175 – Considerações Sobre o Aproveitamento dos Rejeitos de Produção do Carvão Catarinense –CLAUDIO BENETON ZILLI, ELDON AZEVEDO MANSINI
- BT/PMI/176 – Contabilidade Ambiental: Ensaio de Aplicação a uma Empresa Extrativa de Carvão Mineral – SERGIO BRUCHCHEN, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/177 – Análise de Parâmetros do Monitoramento Ambiental da Mina do Trevo – Siderópolis – SC – CLEUSA CREPALDI, SERGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/178 – Avaliação da Eficiência de uma Zona Alagadiça (Wetland) no Controle dos Metais Chumbo, Cádmio, Cobre e Zinco: O Caso da Metalurgia da Plumbum em Santo Amaro da Purificação/BA – JOSÉ ÂNGELO SEBASTIÃO ARAÚJO DOS ANJOS, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/179 – Caracterização Tecnológica de Produtos de Beneficiamento de Minério de Ni-Cu-Co de Fortaleza de Minas, MG – ELIANA SATIKO MANO, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/180 – A Importância dos Fatores Ambientais na Reutilização de Imóveis Industriais em São Paulo – ANNA CAROLINA MARQUES AYRES DA SILVA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/181 – Medições do Material Particulado em Chaminé e das Partículas Totais em Suspensão no Ar Ambiente: O Caso da Empresa Colorminas – MARCOS BIANCHINI, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/182 – Implantação de Modelos de Gestão para a Segurança e Saúde no Trabalho Mineral – CRISTIANE QUEIROZ BARBEIRO LIMA, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/183 – Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho: Estudo de um Modelo Sistêmico para as Organizações do Setor Mineral – DORIVAL BARREIROS, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/184 – Contribuição ao Estudo de Ruptura de Taludes em Barragens de Contenção de Rejeitos Devido ao Desenvolvimento de Subpressões – GERSON RIBEIRO DE SOUZA JÚNIOR, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/185 – Estabilidade de Taludes: O Papel da Proteção Superficial – FÁBIO CANZIAN, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/186 – Utilização de uma Água Residuária da Extrusão de Alumínio na Neutralização de Efluentes Ácidos da Mineração de Carvão – JULIANO NATAL, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/187 – Aplicação da Realidade Virtual no Planejamento de Lavra – RICARDO CABRAL DE AZEVEDO, GIORGIO FRANCISCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/188 – Influência da Composição Química da Água no Desempenho da Flotação de Fluorita com Ácidos Graxos – VALMIR MACHADO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/189 – Retrospectiva Histórica, Diagnóstico e Possibilidades da Mineração de Carvão na Região de Criciúma – SALOMÃO ROMAN DA SILVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/190 – Determinação e Análise Estatística de Propriedades Tecnológicas de Pedras Ornamentais Brasileiras – EDUARDO CÉSAR SANSONE, ANTONIO STELLIN JÚNIOR, MARIA RENATA STELLIN
- BT/PMI/191 – Avaliação do Emprego de Filito como Carga em Plastisol – ALCIDIO PINHEIRO RIBEIRO, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/192 – Considerações sobre o Aproveitamento dos Rejeitos de Produção do Carvão Catarinense – CLÁUDIO BENETON ZILLI, ELDON AZEVEDO MASINI
- BT/PMI/193 – Avaliação Econômica de Projetos de Mineração, Envolvendo Decisões de Investimento sob Condições de Incerteza – JORGE LUIZ FARIA GARCIA, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/194 – Planejamento de Serragem de Rochas Ornamentais – MARIA RENATA MACHADO STELLIN, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/195 – Interação do Software de Mineração com Sistemas ERP – RENATO MASTRELA, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/196 – Controle de Qualidade na Lavra em Minas de Calcário para Cimento – SÍLVIA LÊDA TORRES DE FARIAS, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/197 – Estudo Tecnológico de Materiais Industriais (Caulim) – Caso Cubano – NAELCIO GOMES DE CARVALHO, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/198 – Métodos de Corte de Rochas com Jato de Água Abrasivo – GUILLERMO RUPERTO MARTÍN CORTÉS, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/199 – Caracterização Tecnológica do Fosfogesso Gerado na Produção de Ácido Fosfórico – ROSANA MARIA DE MACEDO BORGES, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/200 – Estudo da Influência da Densidade de Partículas no Desempenho de Ciclone – RAMON LINSINI FINKIE, HOMERO DELBONI JUNIOR
- BT/PMI/201 – Caracterização Tecnológica do Quartzito Friável de Itutinga. MG, com Vista à Produção de Carbetos de Silício (SiC) – ARTHUR JARBAS CARDOSO DA SILVA, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/202 – Avaliação da Poeira de Sílica: Um Estudo de Caso em uma Pedreira na Região Metropolitana de São Paulo – GERRIT GRUENZNER, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON

