

# CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DO FILITO BRANCO DA REGIÃO DE ITAPEVA-SP

## FACIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE WHITE PHYLLITE IN ITAPEVA-SP REGION

Ana Lúcia Rodolfo Moreto<sup>1</sup>  
Eleonora Maria Gouvêa Vasconcellos<sup>2</sup>  
José Manoel dos Reis Neto<sup>3</sup>

### RESUMO

O filito lavrado na região de Itapeva-SP faz parte dos depósitos metassedimentares de idade Proterozóica pertencentes ao Grupo Itaiacoca. Regionalmente esses depósitos metassedimentares são capeados pela Formação Furnas (Devoniano), cujo contato tornou-se importante guia prospectivo para o material de maior valor comercial. Os depósitos de filito ocorrem na forma de corpos interdigitados, de contornos irregulares que são diferenciados em razão de sua cor em três fácies: a fácies branca, com maior valor comercial e principalmente comercializada para o emprego como fundente na produção de cerâmica branca; a fácies rósea e a fácies preta, que têm frações comercializadas na forma beneficiada (moída e homogeneizada) para o emprego em ramos como de ração animal ou *fillers*. A distinção entre as fácies não ocorre apenas pela sua cor, mas também por parâmetros físicos e químicos, onde a diferença dos teores obtidos de  $Fe_2O_{3total}$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  e perda ao fogo, ocasionam variação em propriedades como: grau de refratariedade e cor de queima do material. Através de análises químicas, mineralógicas, petrográficas e físicas buscou-se definir a diferença existente entre as fácies do filito: dados analíticos possibilitaram, juntamente com as informações de campo, postular a origem desse material através da ação de processos intempéricos, que por hidrólise ocasionaram a mobilidade química de compostos das fácies rósea e preta originando o material de melhor comércio da fácies branca.

*Palavras-chave:* filito branco; Itapeva-SP; fundente; diferenciação faciológica.

1 Mestre em Geologia pela Universidade Federal do Paraná.

2 Doutora em Geociências (Mineralogia e Petrologia) – USP. Professora da UFPR, Setor de Ciências da Terra, Departamento de Geologia.

3 Doutor em Geoquímica e Geotectônica (USP). Professor da UFPR (Geologia Exploratória).

## ABSTRACT

The phyllite explored in the region of Itapeva-SP is included in the metasedimentary deposits of Proterozoic age that belong in the Itaiacoca Group. Regionally these metasedimentary deposits are concealed by the Furnas Formation, which became an important prospective guide for the material of higher commercial value. The phyllite deposits occur in the form of interdigital body of aleatory contours that are differentiated by the coloration in three facies: white facies, which possesses the highest commercial value and it is mainly commercialized for the use as a melting in the white ceramics production; pink facies and black facies that have fractions commercialized in their improved form (grounded and homogenized) for the use in the fields of animal feed or *fillers*. The distinction of these facies does not occur only for their coloration, but also for physical and chemical parameters, where the difference of obtained contents of  $Fe_2O_{3total}$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  and the loss on ignition, cause variation in properties such as degree of refractory and color of burning of the material. The search chemical, mineralogical, petrographical and physical analyses defined the existing difference between the facies of the phyllite; analytical data also made it possible, together with the field information, to claim the origin of this material through the action of weathering processes, which through hydrolysis had caused the chemical composite mobility of pink and black facies originating the material of better commerce of the white facies.

*Keywords:* white phyllite; Itapeva-SP; melting; faciological differentiation.

## INTRODUÇÃO

O filito explorado na região de Itapeva-SP, conhecido no mercado como filito branco, leucofilito ou filito Itapeva, compreende depósitos metassedimentares, de idade Proterozóica, do Grupo Itaiacoca. Os depósitos metassedimentares ocorrem na forma de corpos de contornos irregulares e interdigitados, que são diferenciados em razão de sua cor e variação dos teores químicos em três fácies (branca, preta e rósea).

Esse bem mineral regionalmente é comercializado com base na sua cor, entretanto, a interdigitação de suas fácies dificulta, ou mesmo inviabiliza, a sua exploração. O material de maior valor comercial é o filito da fácies branca, que compõe os níveis superiores dos depósitos e é comercializado principalmente como substituto parcial das argilas brancas, caulim e feldspatos nas massas cerâmicas, por tratar-se de um produto de menor custo, agir como fundente e corresponder a cores mais claras após a queima.

A fácies de filito róseo em suas porções mais claras é comercializada após beneficiamento, moagem e homogeneização, para ser empregada especialmente no setor de argamassa e ramos como o de produção de ração animal e *filler*. Já o material da fácies preta é comercializado mais dificilmente, sendo apenas aproveitado em suas porções mais claras, ao ser homogeneizado e comercializado em baixa porcentagem associado à fácies rósea.

## LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A região sudoeste do Estado de São Paulo, onde está inserido o município de Itapeva, corresponde, graças à diversidade metalogenética e à sua evolução geológica, à porção do Estado com maior variedade de bens minerais explotáveis. De acordo com o Anuário Mineral Brasileiro de 2005, a produção paulista de minerais industriais correspondeu em 2004 a 9,49% da produção federal, estando São Paulo na quarta colocação dentre os estados brasileiros. Com relação específica a produção de filito, a região de Itapeva, que compreende os municípios de Itapeva, Capão Bonito, Nova Campina, Bom Sucesso do Itararé, Barra do Chapéu, Ribeirão Branco e Guapiara, registra 72% das reservas do Estado de São Paulo (Valera *et al.* 2002; Anuário Mineral Brasileiro 2005).

Além da situação geológica favorável para a produção de bens minerais (em especial minerais industriais) a região sudoeste paulista possui grande facilidade, em razão da sua localização, para a comercialização e o escoamento dos bens minerais lavrados para os grandes centros consumidores, tais como: o Estado de São Paulo, norte paranaense e centros industriais e polos cerâmicos de Santa Catarina. Além desses grandes centros consumidores, a região sudeste paulista é próxima das principais vias de acesso para o MERCOSUL (Mercado Comum do Cone Sul).

O Município de Itapeva localiza-se na porção

sudoeste do Estado de São Paulo, entre as latitudes 23°34'S em sua porção norte e 24°18'S na porção sul, longitude 48°33'W a oeste e 49°11'W a leste (figura 1) e com aproximadamente 1.827 km<sup>2</sup> de área. Dista cerca de 290 km da capital (São Paulo) e faz divisa

territorial com os municípios de Apiaí, Capão Bonito, Bom Sucesso de Itararé, Buri, Guapiara, Itaberá, Itaí, Itararé, Nova Campina, Paranapanema, Ribeirão Branco e Taquarivaí (Rodrigues & Galdino 2002).

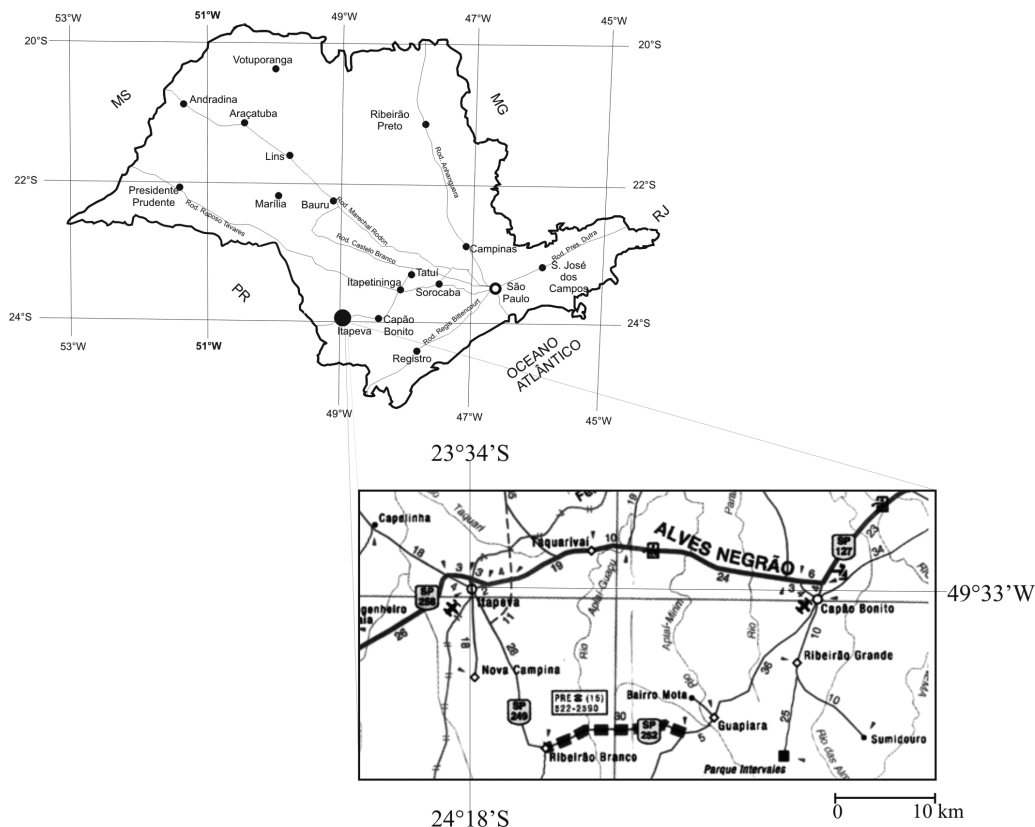


FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ITAPEVA-SP (IPT 1998). LOCALIZATION OF THE ITAPEVA-SP COMMUNITY

A área escolhida para a caracterização do bem mineral foram as frentes de lavra Rosário I e II da empresa Mineração Itapeva Ltda, que compreendem terrenos escavados pelo rio Taquari–Mirim, localizados na Estrada Municipal Luiz José Sguário, km 3, região da maioria das lavras de rochas filíticas no município de Itapeva.

## MÉTODOS EMPREGADOS

A caracterização do bem mineral foi baseada na aquisição e catalogação de informações bibliográficas e cartográficas sobre a região de Itapeva-SP, realização de trabalhos e amostragem em campo, análises laboratoriais, interpretação e representação das informações obtidas.

As análises laboratoriais efetuadas foram: análises químicas, mineralógicas, físicas e petrográficas. A análise química foi realizada pelo método de

Fluorescência de raios X, onde foram obtidas as porcentagens quantitativas dos óxidos SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3total</sub>, CaO, MgO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, MnO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e perda ao fogo (P. F.). A análise mineralógica foi realizada através da técnica de difração de raios X com interpretação dos difratogramas pelos Softwares APD e IDENTIFY e Phillips, versão 1997.

As análises físicas foram realizadas com o emprego de corpos de prova no ensaio de dilatométrica, resultando em gráficos com o ponto de amolecimento médio e final do material, e ensaio de cor de queima e retração linear, com temperatura máxima de queima de 700°C, 950°C e 1.250°C.

A análise petrográfica buscou, a partir dos dados macro e microscópicos da rocha, definir informações da paragênese mineral, feições estruturais e aspectos petrográficos referentes às diferenças faciológicas da rocha.

As análises química, física e mineralógica foram

realizadas no LAMIR (Laboratório de Análise de Minerais e Rochas), a confecção das lâminas petrográficas no LAMIN (Laboratório de Laminação Petrográfica) e as análises petrográficas no LAPEMIN (Laboratório de Petrologia e Mineralogia). Todos os laboratórios pertencentes ao Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

O Município de Itapeva está inserido em suas porções sul e sudeste em terrenos proterozóicos e eocambrianos, os quais se associam as unidades mais jovens: rochas sedimentares devonianas e permocarboníferas da Bacia Sedimentar do Paraná, que cobrem a maior parte do território municipal. Há também em grande quantidade em Itapeva, diques básicos de idade juro-cretácea e coberturas sedimentares inconsolidadas do Quaternário (IPT, 1998).

Os filitos minerados na região de Itapeva são sucessões metassedimentares proterozóicas do Grupo Itaiacoca, que afloram ao longo dos vales das maiores drenagens. Sendo neste município as mais expressivas exposições dos filitos no bairro Taquari-Guaçu e, as principais lavras, concentradas ao longo dos vales escavados pelo rio Taquari-Mirim, na estrada que liga os municípios de Itapeva e Nova Campina (CPRM, 1986). Regionalmente as melhores exposições e lavras de filito ocorrem capeadas pela Formação Furnas, de idade devoniana, da Bacia Sedimentar do Paraná.

Parte dos terrenos proterozóicos (Mesoproterozóico e Neoproterozóico) existentes na região são relacionados ao Grupo Itaiacoca, compreendendo uma faixa de rochas supracrustais conhecida por Faixa Itaiacoca, limitada pelos complexos graníticos Cunhaporanga e Três Córregos (Reis Neto 1994). Esta Faixa possui direção principal NE-SW, aflorando a SW por baixo das rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Paraná próxima a cidade de Ponta Grossa-PR e desaparecendo sob a mesma bacia sedimentar nas proximidades do município de Itapeva-SP (Theodorovicz *et al.* 1988; Reis Neto 1994).

O termo Itaiacoca surgiu com Almeida (1956, 1957) para caracterizar uma unidade litológica, onde haviam sido descritas estruturas estromatolíticas de algas pertencentes ao gênero *Collenia itapevensis* em rochas metacarbonáticas do sudoeste paulista e nordeste paranaense. A partir da década de 1970 empregou-se a denominação de Formação Itaiacoca para todas as litologias aflorantes na faixa de metassedimentos da porção sudoeste de São Paulo. A designação de Grupo Itaiacoca foi primeiramente utilizada pelo IPT

em 1985 para especificar as unidades litológicas com peculiaridades próprias e isoladas fisicamente, até então agrupadas na Formação Itaiacoca do Grupo Açungui. (Souza 1990).

O Grupo Itaiacoca é formado pela interdigitação de espessos pacotes metassedimentares carbonáticos, constituídos por psamitos, dolomitos e pelitos (metacalcários, filitos, xistos, metarenitos e quartzitos), e metavulcânicas (Trein *et al.* 1985; Campanha 1991). De acordo com Theodorovicz *et al.* (1988) este Grupo encontra-se intensamente deformado, com indícios de três fases deformacionais.

A Formação Furnas consiste de sucessões inferiores a idade devoniana (410–355 Ma) da Bacia Sedimentar do Paraná (Unesco & IUGS 2001); predominantemente compostas por arenitos arcoseanos brancos de origem marinha com grãos pouco selecionados, granulometria variando de média a muito grossa e matriz normalmente caulinitica. Localmente ocorrem intercalações de camadas delgadas de material argiloso, síltico, micáceo e arenito fino, conglomerados com até pouco mais de um metro de espessura e estratificações plano-paralela, cruzadas e de marcas onduladas são comuns de ocorrer em sua base (Melcher *et al.* 1973; Trein 1987; IPT 1998).

## CARACTERIZAÇÃO DAS FÁCIES

O termo fácies possui um amplo emprego em geociências, sendo normalmente utilizado em descrições e classificações genéticas, petrográficas e/ou estratigráficas. Entretanto, de acordo com Suguio (2003) atualmente também é utilizado o termo fácies para representar e definir variações, de diferentes naturezas, intrínsecas aos litotipos.

A designação fácies empregada neste trabalho tem caráter descritivo, distinguindo o material em estudo com base nas variações físicas, químicas e em sua cor.

Através da caracterização de campo e laboratório foi possível identificar que a diferenciação faciológica compreende, além da variação de cor, diferenças nos parâmetros químicos e físicos do material; o teor de  $Fe_2O_{3total}$  e perda ao fogo e a diferença na concentração mineralógica de cada fácies justificam o distinto emprego desse bem mineral, de modo que serão individualizados os principais resultados obtidos, buscando salientar as diferenças existentes entre as fácies.

A representação das diferentes cores observadas no litotipo ou nos resultados do ensaio de cor de queima serão definidas de acordo com Chairman *et al.* (1984), a fim de expressar e qualificar as cores e os dados descritos.

## Análise Petrográfica

Os filitos lavrados na Região de Itapeva-SP são litotipos de granulação extremamente fina, textura lepidoblástica, caracterizando-se por serem diferenciados em três fácies: a fácies branca, que compreende de maneira generalizada o material de cor creme (bluish white 5B 9/1), creme esverdeado (light greenish gray 5G 8/1) ou cinza claro (light bluish gray 5B 7/1), a fácies preta onde o material é preto (dark gray n°3) com variações para cinza escuro (medium gray n°5) e a fácies rósea, que comporta a porção vermelha (moderate reddish brown 10R 4/6), rósea (moderate reddish orange 10R 6/6) e/ou roxa (very dark red 5R 2/6) do filito.

As porções rósea e preta normalmente constituem corpos arredondados, descontínuos, com dimensões que variam de dois a seis metros de largura, de disposição irregular, contornados pelo material da fácies branca, composta na forma de níveis a superfície dos depósitos. As porções compostas pelo material da fácies branca têm dimensões muito variadas, podendo corresponder a afloramentos com dezenas de metros de largura ou restringir-se a faixas de menos de um metro de espessura.

O litotipo encontra-se muito estruturado, com várias famílias de fraturas e indícios de, no mínimo, duas foliações superimpostas. A principal é a clivagem ardosiana ( $S_n$ ), de caráter penetrativo, bastante desenvolvida, que normalmente possui disposição paralela ou subparalela ao acamamento. A secundária

é na forma de clivagem de crenulação ( $S_{n+1}$ ), localizada, melhor marcada tanto macro como microscopicamente nas porções de cor mais escura das fácies preta e rósea. A clivagem de crenulação também evidencia a ocorrência de níveis de maior concentração de quartzo, mineral que demarca por espessamento as charneiras desta clivagem.

As três fácies possuem mesma assembleia mineralógica, composta essencialmente por níveis diferenciados de quartzo, sericita, caulinita e minerais opacos, ficando a distinção entre as fácies apenas na porcentagem de cada mineral. A fácies branca possui uma maior porcentagem de quartzo, a fácies rósea uma maior incidência de minerais opacos e a preta, de sericita.

Cortando as fácies do filito de forma aleatória, há vários veios de quartzo, com dimensões que variam de milimétricas a aproximadamente 1,5 m de espessura, além de corpos ígneos intrusivos básicos de dimensões variadas, que podem alcançar até 12 m de espessura.

Estratigraficamente cabe ressaltar o contato geológico do filito com a Formação Furnas, onde o material sedimentar devoniano, composto por camadas de até quinze metros de espessura de um arenito mal selecionado e de cor amarela alaranjada capeia por discordância angular os depósitos filíticos. Regionalmente o contato da Formação Furnas é tido como um guia prospectivo para o filito de maior valor comercial, pois este material possui seus melhores depósitos capeados pelo arenito Furnas (figura 2).

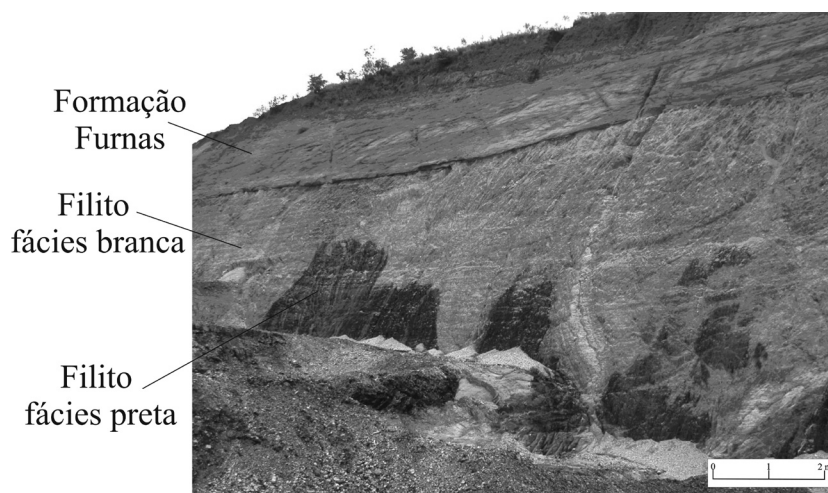


FIGURA 2 - RELAÇÃO ENTRE FÁCIES DO FILITO E O SEU CAPEAMENTO PELA FORMAÇÃO FURNAS  
RELATION BETWEEN ROCK FACIES IN STUDY AND ITS CONCEALMENT BY THE FURNAS FORMATION

### Fácies filito branco

Engloba o material de cor creme com nuances ora esverdeado ora avermelhado (bluish white 5B 9/1 e light greenish gray 5G 8/1) e o material de cor cinza claro (light bluish gray 5B 7/1).

O material creme é o de melhor valor agregado (comercializado para cerâmica branca), encontra-se na forma de corpos irregulares que não possuem relação com a foliação da rocha e concentram-se preferencialmente nos níveis superiores dos depósitos

(em contato com a Formação Furnas) (figura 2).

Também é observada a relação desse material com a existência de fraturas, seja na forma de grandes fraturas englobadas pelos corpos de cor creme ou por pequenas quantidades de material creme ladeando algumas fraturas da rocha, onde estas pequenas fraturas podem culminar em grandes corpos do material (figura 3). As porções relacionadas à ocorrência de fraturas constituem o material que ladeia os corpos das fácies róseas e preta do material.

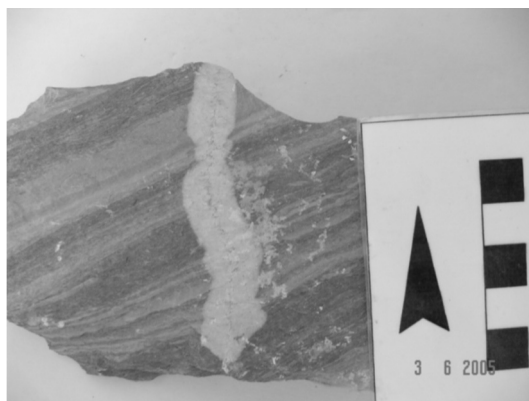


FIGURA 3 – IMAGEM EVIDENCIANDO A RELAÇÃO ENTRE FRATURAS E A OCORRÊNCIA DO MATERIAL DA FÁCIES DE FILITO BRANCO. *IMAGE EVIDENCING THE RELATION BETWEEN SOME FRACTURES AND THE OCCURRENCE OF THE MATERIAL OF FACIES OF WHITE PHYLLITE*

As observações descritas anteriormente normalmente estão relacionadas a uma família de fraturas específica que possui direção NW/NE com ângulo variando de 04 a 45° e mergulho geralmente alto (+/- 85°), oscilando tanto para NE como para SW.

O material definido como de cor cinza claro da fácies

branca possui a peculiaridade de ser o mais compacto dentre as fácies lavradas, o de menor representatividade nas frentes de lavra, tratar-se das porções de menor intemperismo e ocorrer na forma de níveis que variam de milimétricos até aproximadamente 30 cm, normalmente concordantes com a foliação  $S_0$  da rocha (figura 4).



FIGURA 4 – FOTO MOSTRANDO A RELAÇÃO DE NÍVEIS QUE CONSTITUEM A PORÇÃO CINZA CLARO DA FÁCIES DE FILITO BRANCO. *PHOTO SHOWING THE RELATION OF LEVELS THAT CONSTITUTE THE CLEAR GRAY PORTION OF FACIES OF WHITE PHYLLITE*

A descrição microscópica da fácies branca definiu que os níveis de quartzo e de sericita podem apresentar pequenos agregados de óxido ou hidróxido de ferro percolado em seu interior e que nos níveis mais escuros, além da alternância de níveis de sericita e quartzo, ocorrem pequenas camadas compostas por material opaco.

Através da análise microscópica foi determinada ocorrência de duas gerações de quartzo: a primeira com cristais anédricos, reativos, cominuídos, que possuem extinção ondulante, são alongados, concordando com a foliação  $S_n$  da rocha e preferencialmente concentram-se

em níveis descontínuos que podem ter em seu interior lamelas de sericita; e a segunda, de cristais maiores que ocorrem preenchendo fraturas milimétricas e centimétricas existente na rocha.

A sericita também é proveniente de duas gerações, sendo a primeira composta por lamelas submilimétricas que ocorrem agregadas, gerando níveis que definem a  $S_n$ . No interior desses níveis pode ocorrer pequenas concentrações de material oxidado (possivelmente óxido e/ou hidróxido de ferro) (figura 5). A segunda geração corresponde a lamelas maiores que ocorrem de forma pontual na rocha.

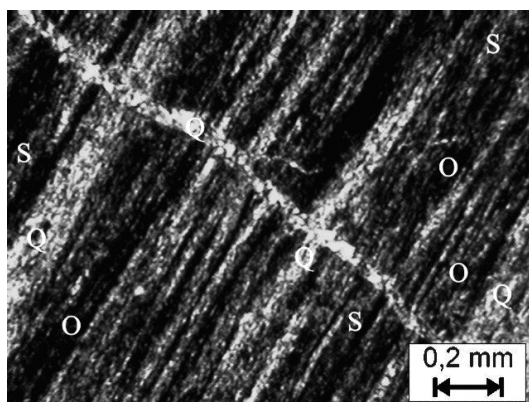


FIGURA 5 – FOTOMICROGRAFIA EM LUZ POLARIZADA DA FÁCIES BRANCA. Q-QUARTZO, S-SERICITA E O-OPACOS. PHOTOMICROGRAPH IN POLARIZED LIGHT OF WHITE FACIES. Q-QUARTZ, S-SERICITE AND O-OPAQUES

### Fácies filito preto

Compreende o material de cor preta (dark gray n°3) e/ou cinza-escuro (medium gray n°5) (figura 2), que em porções mais restritas, onde a cor é mais escura, observa-se uma clivagem de crenulação bem marcada ( $S_{n+1}$ ) e a ocorrência de veios submilimétricos preenchidos por quartzo torna-se maior. Normalmente estes veios encontram-se concordando com a  $S_n$  da rocha e deixam mais evidente a crenulação superimposta.

O material cinza escuro e/ou preto não é aceito comercialmente, sendo apenas suas porções mais claras, associadas à fração rósea, beneficiadas,

homogeneizadas e comercializadas. A dificuldade da aceitação comercial desse material é relacionada possivelmente a maior concentração de material carbonoso nesta fácies, fato que corresponderia à cor escura e ao maior teor de perda ao fogo dessa porção.

Da análise microscópica dessa fácies cabe ressaltar que os grãos de quartzo encontram-se mais cominuídos e com uma disposição preferencial nos níveis de cor mais clara, descontínuos e irregulares (figura 6). Nesse caso ocorre uma maior concentração de sericita, configurando-se níveis onde se associam pequenos agregados de minerais opacos.

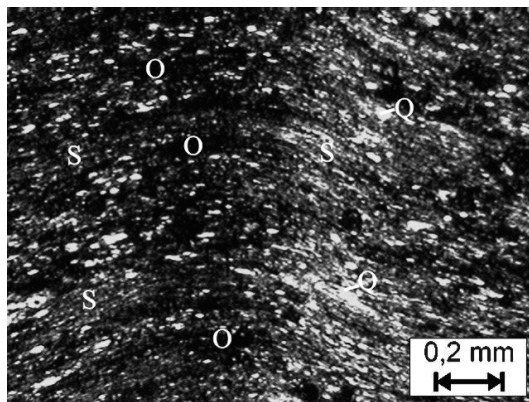


FIGURA 6 – FOTOMICROGRAFIA EM LUZ POLARIZADA DA FÁCIES PRETA. Q-QUARTZO, S-SERICITA E O-OPACOS. PHOTOMICROGRAPH IN POLARIZED LIGHT OF FACIES BLACK. Q-QUARTZ, S-SERICITE AND O-OPAQUES

### Fácies filito rósea

A fácies filito rósea engloba a maior parte das frentes de lavra, compreende o material de cor rósea (figura 7), o qual tem uma grande variação de tons, indo do róseo

claro (moderate reddish orange 10R 6/6) ao vermelho (moderate reddish brown 10R 4/6) e o roxo (very dark red 5R 2/6), sendo que nas porções mais escuras fica bem marcada a ocorrência da clivagem de crenulação ( $S_{n+1}$ ).

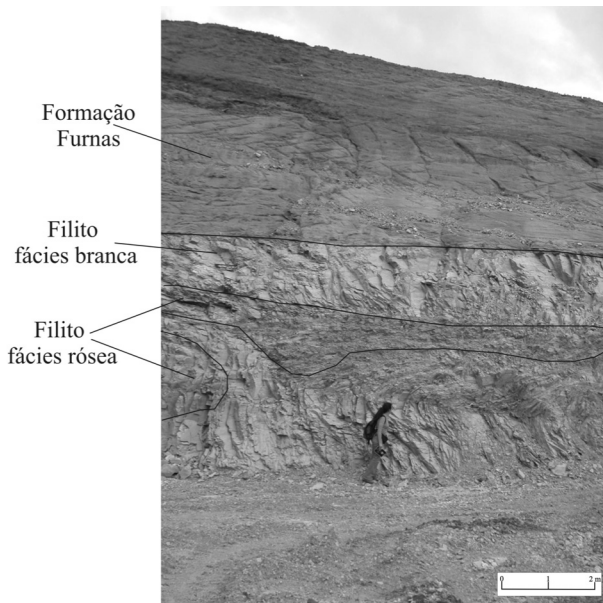


FIGURA 7 – FOTO MOSTRANDO A OCORRÊNCIA DE CORPOS DE COR RÓSEA. PHOTO SHOWING THE OCCURRENCE OF A LARGE POD OF PINK COLORATION

Esta fácies em suas porções de cor mais clara é principalmente comercializada após beneficiamento (moagem) para os ramos de ração animal, argamassa e fillers.

Durante os trabalhos de campo não foi observado o contato entre as porções rósea e preta do material,

ocorrendo sempre o material de cor creme da fácies branca separando essas porções.

A análise microscópica da fácies rósea permite definir a maior ocorrência de níveis de óxidos e/ou hidróxidos, os quais são concordantes com a foliação  $S_n$  da rocha (figura 8).

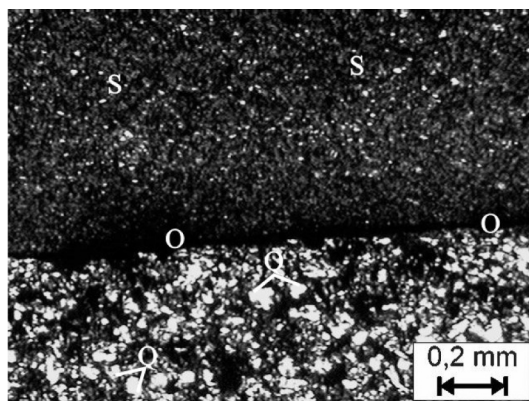


FIGURA8 – FOTOMICROGRAFIA EM LUZ POLARIZADA DA FÁCIES RÓSEA DEMONSTRANDO A OCORRÊNCIA DE NÍVEIS DE OPACOS (ÓXIDOS) INTERCALADOS A NÍVEIS COMPOSTOS ESSENCIALMENTE POR QUARTZO. Q-QUARTZO E O-OPACOS. PHOTOMICROGRAPH IN POLARIZED LIGHT OF PINK FACIES DEMONSTRATING THE OCCURRENCE OF LEVELS OF OPAQUES (OXIDES) INTERCALATED WITH THE LEVELS COMPOSED ESSENTIALLY BY QUARTZ. Q-QUARTZ AND O-OPAQUES

Em seção delgada estes níveis oxidados variam de 0,4 a 2,5mm e tornam-se mais espessos nos contatos entre os níveis de quartzo e sericita, preferencialmente percolados nas porções de quartzo. Quanto mais espessos forem os níveis de quartzo ou sericita, maior será a espessura de material oxidado no contato.

Em lâmina observam-se microfraturas com preenchimentos, sendo as menores preenchidas por óxidos e/ou hidróxidos de ferro e as maiores por quartzo. Estas fraturas geralmente são perpendiculares à  $S_n$  e possuem dimensões que variam de 0,01 a 0,1mm.

### Análise Estrutural

A principal foliação da rocha é a clivagem ardosiária ( $S_n$ ), que ocorre em quase todas as frentes de lavra. Entretanto, nas porções cinza claro da fácies branca esta foliação  $S_n$  muitas vezes parece estar concordante com o acamamento reliquiar, caracterizando um acamamento primário. Este é definido por meio da diferença de cor, relacionado a uma possível variação nas condições deposicionais dos sedimentos pretéritos. A porção de maior concentração de material carbonoso corresponde à fácies preta, já a de menor porcentagem de material carbonoso é a porção cinza da fácies branca, e a com maior teor de ferro corresponde à fácies de filito róseo.

A foliação  $S_n$  possui um caráter heterogêneo, sendo em algumas porções bem marcada e em outras pouco evidente, deixando mais clara a alternância de distintos níveis de cor e/ou grande ocorrência de família de fraturas. As áreas onde aflora a rocha de cor cinza da fácies branca são as porções onde a clivagem ardosiária

se torna mais incipiente.

Outras feições dúcteis evidenciadas são as dobras, na maioria das vezes abertas, suaves e com eixos subhorizontais. Ocorre um segundo padrão de dobramento, observado principalmente nas porções de cor mais escura da fácies rósea ou preta, porém nas análises microscópicas apenas se conseguiu definir a foliação  $S_n$  e, mais restritamente, uma segunda orientação dos cristais de sericita, que de modo incipiente marcam a clivagem de crenulação ( $S_{n+1}$ ) existente na rocha. Entretanto é importante ressaltar que as foliações observadas no litotipo não exercem nenhuma definição ou influência na distinção faciológica do material.

Foram confeccionados diagramas estruturais que permitem definir que a foliação  $S_n$  possui direção média de  $55^\circ$  NE e mergulho variando de  $80^\circ$  a  $87^\circ$  tanto para NW quanto para SE.

Ao analisar as atitudes medidas para cada fácies, observa-se que a porção compreendida pela fácies rósea é a que possui maior uniformidade dos dados e direção de foliação com ângulo menor, aproximadamente  $51^\circ$  NE.

As feições rúpteis observadas na área são de caráter heterogêneo, onde localmente foram descritas zonas de cisalhamento subverticais e oblíquas à foliação  $S_n$  da rocha, grandes falhas subverticais, de caráter normal e movimentos dextrais e, no mínimo, quatro famílias de fraturas fragmentando a rocha. Ocorrem porções com intensa concentração de fraturas milimétricas, em especial na fácies rósea, que são preenchidas por óxido e/ou hidróxido de ferro.

A família de fraturas de direção NW com ângulo

variando de 02° a 40° e mergulhos geralmente altos (média 85°) tanto para NE quanto para SW é uma família de fraturas importante para a diferenciação do material em estudo, pois se observa que normalmente ladeia ou ocorre no interior das porções do material de cor creme da fácies branca, sendo relacionada como fator importante para distinção desse bem mineral.

### Análise Química

Análises químicas foram realizadas de modo sistêmico buscando a representatividade de todas as fácies, totalizando 47 análises. A tabela 1 demonstra exemplos dos resultados obtidos.

TABELA 1 – RESULTADOS QUÍMICOS OBTIDOS POR MEIO DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X EM AMOSTRAS DE FILITO

| FÁCIES        | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3 total</sub> | MgO  | MnO   | CaO  | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | P.F. | SOMA   |
|---------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------|-------|------|------------------|-------------------|-------------------------------|------|--------|
|               | (%)              | (%)              | (%)                            | (%)                                  | (%)  | (%)   | (%)  | (%)              | (%)               | (%)                           | (%)  | (%)    |
| Fil. branco-1 | 76,71            | 0,49             | 13,36                          | 1,11                                 | 1,43 | <0,01 | 0,01 | 4,15             | 0,07              | 0,03                          | 2,75 | 100,19 |
| Fil. branco-4 | 73,96            | 0,50             | 14,68                          | 0,89                                 | 2,09 | <0,01 | 0,01 | 5,20             | 0,16              | 0,02                          | 2,68 | 100,27 |
| Fil. branco-7 | 72,03            | 0,57             | 14,96                          | 0,98                                 | 2,26 | <0,01 | 0,01 | 5,74             | 0,47              | 0,03                          | 2,69 | 99,80  |
| Fil. róseo-A2 | 71,46            | 0,64             | 16,06                          | 1,17                                 | 1,86 | 0,01  | 0,01 | 5,02             | 0,27              | 0,02                          | 3,29 | 99,85  |
| Fil. róseo-A9 | 70,25            | 0,73             | 16,19                          | 3,22                                 | 1,23 | <0,01 | 0,01 | 3,76             | 0,18              | 0,03                          | 3,74 | 99,40  |
| Fil. róseo-R2 | 68,72            | 0,63             | 16,96                          | 2,69                                 | 2,03 | <0,01 | 0,01 | 5,15             | 0,07              | 0,03                          | 3,79 | 100,06 |
| Fil. preto-R1 | 78,41            | 0,45             | 12,29                          | 1,28                                 | 1,63 | <0,01 | 0,01 | 4,28             | 0,05              | 0,06                          | 3,75 | 99,63  |
| Fil. preto-R2 | 69,08            | 0,56             | 15,92                          | 1,27                                 | 2,25 | <0,01 | 0,01 | 5,61             | 0,04              | 0,02                          | 4,04 | 99,38  |
| Fil. preto-M2 | 71,92            | 0,53             | 14,78                          | 1,64                                 | 1,75 | <0,01 | 0,01 | 4,80             | 0,02              | 0,04                          | 4,54 | 99,50  |

Os dados químicos foram projetados em diagramas de variação visando à observação dos principais parâmetros químicos. O diagrama de variação que compara a concentração de sílica (SiO<sub>2</sub>) e óxido de ferro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3 total</sub>) (figura 9) permite definir que os maiores teores deste óxido, que é extremamente prejudicial ao emprego do filito no ramo de cerâmica branca, concentram-se na porção rósea do material e os menores teores na fácies branca (figura 9).

O diagrama faz uma comparação entre sílica e alumina (SiO<sub>2</sub> x Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (figura 10), onde a correlação negativa de um óxido em relação ao teor do outro, ressalta que os menores teores de alumina normalmente ocorrem na fácies de filito branco.

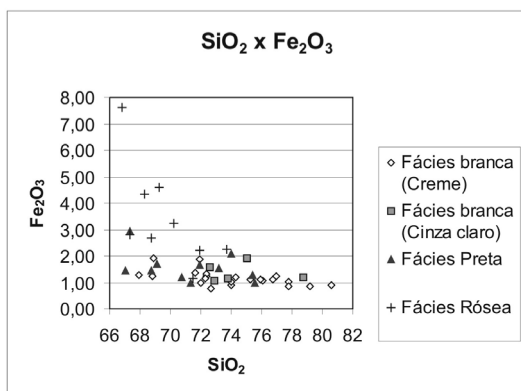


FIGURA 9 – DIAGRAMA DE VARIAÇÃO DE SiO<sub>2</sub> E Fe<sub>2</sub>O<sub>3 total</sub>  
DIAGRAM OF VARIATION OF SiO<sub>2</sub> AND Fe<sub>2</sub>O<sub>3 total</sub>

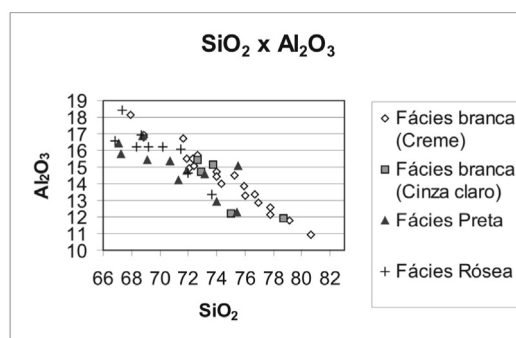


Figura 10 – DIAGRAMA DE VARIAÇÃO DE SiO<sub>2</sub> E Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
DIAGRAM OF VARIATION OF SiO<sub>2</sub> AND Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Em relação aos teores obtidos para a sílica (SiO<sub>2</sub>), conclui-se que os menores valores estão principalmente associados à porção rósea do material e os maiores, na porção branca. A porção branca também é a que possui os menores teores de perda ao fogo (figura 11).

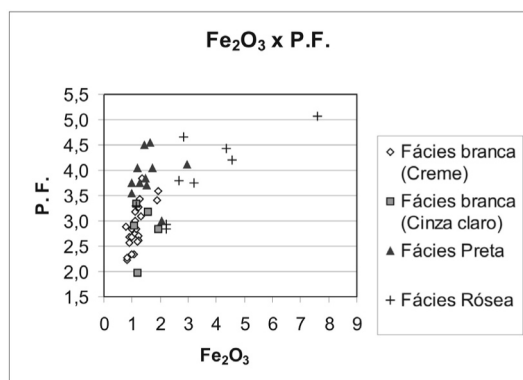


FIGURA 11 – DIAGRAMA DE VARIAÇÃO DE  $Fe_2O_3$  E P.F.  
DIAGRAM OF VARIATION OF  $Fe_2O_3$  AND P.F

Os teores de potássio ( $K_2O$ ) presentes nesta rocha, que variam de 2,27% em uma amostra do filito róseo até 6,38% em um filito da fácies branca, favorecem o emprego deste bem mineral como fundente.

Os dados químicos obtidos para as duas porções da fácies branca mostram maior uniformidade dos teores de sílica e alumina na porção cinza claro, além de um teor maior de  $Fe_2O_{3total}$  nesta mesma porção.

### Análise mineralógica

A assembleia mineralógica definida para as fácies é muito uniforme, caracterizada pela presença de quartzo, sericita e caulinita, entretanto cabe ressaltar que a porcentagem de caulinita varia dentre as amostras, fator que pode ser observado pela diferença da intensidade dos picos difratométricos da caulinita; sendo que algumas amostras se caracterizam pela ausência da caulinita.

Na análise mineralógica não se determinou minerais relacionados aos teores de  $Fe_2O_{3total}$  obtidos na análise química. Acredita-se que o  $Fe_2O_{3total}$  esteja presente na rocha apenas na forma de níveis oxidados ou, em razão dos baixos teores, não pode ser detectado no ensaio mineralógico. Também não se definiu minerais ligados

à ocorrência do material carbonoso, possivelmente em razão do baixo grau metamórfico a que a rocha foi submetida, e à fácies xisto verde, não excedendo a zona da clorita ou biotita, que não permitiu a estruturação mineralógica desse material.

### Análises físicas

A caracterização física de um material refere-se à determinação das qualidades que desempenha durante ou após o seu emprego.

No ensaio de cor de queima, principal característica física para o emprego em porcelanatos, preparou-se corpos de prova de aproximadamente 12,5 cm de comprimento, 2 cm de largura e 1 cm de espessura, confeccionados exclusivamente com o filito pulverizado (<200 mesh) e água deionizada. Estes corpos de prova foram previamente secos em estufa a uma temperatura máxima de 110°C e depois, com o emprego de *mufas*, queimados em ciclos de três horas, onde as temperaturas máximas atingidas foram: 700°C, 950°C e 1.250°C.

O ensaio de cor de queima, segundo seus resultados (tabela 2), permite concluir: a fácies branca apresenta cores claras em todas as temperaturas analisadas; a fácies preta resulta em uma oscilação de tons de cinza claro, para a menor temperatura, até um creme e cinza médio, para a maior temperatura, e a fácies rósea proporciona tons que com o aumento da temperatura variam de laranja até marrom avermelhado (figura 12).

As temperaturas e os corpos de prova utilizados no ensaio de cor de queima também foram empregados para a determinação da retração linear do material; a retração linear da fácies branca é de aproximadamente 2% nas temperaturas de 700°C e 950°C e 5% quando submetida a 1.250°C, a fácies preta retrai em média 1% a 700°C e se fragmenta nas temperaturas maiores, já a fácies rósea tem uma retração de aproximadamente 1% nas temperaturas de 700°C e 950°C e de 6% a 1.250°C.

TABELA 2 – RESULTADOS OBTIDOS NO ENSAIO DE COR DE QUEIMA

| FÁCIES | TEMPERATURAS UTILIZADAS E CORES RESULTANTES        |  |   |  |
|--------|--|--|---|--|
|        | 110°C  | 700°C                                  | 950°C                                       | 1.250°C  |
| Branca | Branco amarelado<br>(bluish white 5B 9/1)          | Creme claro<br>(yellowish gray 5Y 8/1) | Creme<br>(grayish yellow 5Y 8/4)            | Branco acinzentado<br>(Pale greenish yellow 10Y 8/2) |
| Preta  | Cinza<br>(medium bluish gray 5B 5/1)               | Creme claro<br>(yellowish gray 5Y 8/1) | Creme<br>(grayish yellow 5Y 8/4)            | Cinza esverdeado<br>(Pale olive 10Y 6/2)             |
| Rósea  | Laranja claro<br>(moderate reddish orange 10R 6/6) | Laranja médio<br>(light brown 5YR 5/6) | Laranja<br>(dark yellowish orange 10YR 6/6) | Marrom<br>(dusky yellowish brown 10YR 2/2)           |



FIGURA 12 – RESULTADOS DO ENSAIO DE COR DE QUEIMA.  
RESULTS OF THE TEST OF BURNING COLOR

Também foi realizado o ensaio de dilatometria, onde os pontos de amolecimento médio e final obtidos para as três fácies são muito similares, apenas cabendo ressaltar que a fácies rósea é a porção que oferece a menor expansão térmica.

## DISCUSSÃO

A diferenciação observada no filito explorado na região de Itapeva-SP, de acordo com a variação dos seus parâmetros, viabiliza ou inutiliza o seu emprego.

A granulação da rocha, que para as três fácies foi definida como muito fina, organizada em níveis, pode representar variação nas qualidades físicas (taxa de retração e/ou absorção do material), pois os níveis de maior ou menor concentração de minerais granulares

(quartzo) ou lamelares (sericita) apresentam respostas diferenciadas ao serem empregados industrialmente (retração, dilatação e absorção de água).

Os dados analíticos obtidos permitem definir como principais parâmetros de distinção entre as fácies o quimismo relacionado aos teores de ferro ( $Fe_2O_{3total}$ ), sílica ( $SiO_2$ ), alumina ( $Al_2O_3$ ) e perda ao fogo, que representam as diferenças nas características de refratariedade e cor de queima do material.

Os maiores teores de perda ao fogo obtidos na porção escura (fácies preta) acrescidos à cor da rocha, sugerem a existência de material carbonoso, o qual não teria atingido condições propícias para a sua cristalização mineralógica, pois de acordo com aspectos regionais, granulação da rocha e assembleia mineralógica (quartzo, sericita e caulinita), o metamorfismo de formação da rocha é de fácies xisto verde, não excedendo a zona da clorita ou biotita.

A ocorrência de maior teor de material carbonoso na fácies de filito preto justificaria a restrição no emprego industrial desta porção, pois a presença de compostos de carbono e óxidos de ferro em matérias-primas ocasiona imperfeições, em especial no ramo dos porcelanatos. Uma imperfeição associada à presença de compostos de carbono e óxidos de ferro em algumas matérias-primas é o coração negro, porção escura (geralmente cinza) que se forma no interior das peças cerâmicas pela redução do ferro em presença de concentrações relativamente elevadas de C e CO (Damiani *et al.* 2001).

Os teores de ferro observados na análise química da fácies rósea, que não tem correspondente na análise mineralógica do litotipo, podem ser justificados pela maior ocorrência de níveis oxidados nessa porção. A concentração de  $Fe_2O_{3total}$  na fácies rósea, a possível ocorrência de material carbonoso, o qual em maior concentração corresponderia às porções da fácies preta e em menor concentração as porções cinza da fácies branca representariam variações nos processos de deposição dos sedimentos pretéritos que deram origem a rocha, com períodos favoráveis a maior sedimentação de ferro e outros de material carbonoso.

A presença de óxido e/ou hidróxido de ferro acrescida à ocorrência de material carbonoso, especialmente na fácies preta, favorece postular que a diferenciação faciológica do material ocorreu pela ação de fluidos que atuaram superficialmente ou ao longo de fraturas. Uma teoria seria a ação de fluidos finais (água) do metamorfismo que originou a rocha, onde por devolatilização os fluidos gerados teriam sido liberados através das fraturas existentes na rocha nas porções de maior profundidade ou pelo aumento da permeabilidade

da rocha nos níveis superiores dos depósitos; a liberação desses fluidos teria mobilizado o óxido e/ou hidróxido de ferro e o material carbonoso. A mobilização originou o material creme da fácies branca.

Outra teoria para a diferenciação faciológica do material é a ação de águas (pluviais ou fluviais) que concentradas na superfície propiciaram pela dissolução de  $\text{CO}_2$  a formação de um ácido fraco que possibilitaria a mobilização do  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{total}}$  (em especial da fácies rósea) e do material carbonoso (em especial da fácies preta), que combinados pela ação de hidrólise acarretariam os parâmetros de distinção das fácies (cores e teores químicos).

Como observado em campo, o material creme da fácies branca, tido como produto da diferenciação faciológica, encontra-se preferencialmente concentrado nas porções superiores dos depósitos, estando suas ocorrências em maiores profundidades, normalmente relacionadas à existência de fraturas. De modo que torna-se mais viável a teoria baseada na ação de águas superficiais, pois o processo atuante foi de maior intensidade nas porções superiores dos depósitos. Entretanto a teoria baseada na ação dos fluidos finais do processo metamórfico que originou a rocha não pode ser descartada, pois certamente a atuação dos fluidos metamórficos ao longo das fraturas e a ação de devolatilização nas porções superiores dos depósitos poderiam, em condições especiais, ter ocasionado à formação da fácies branca.

Em relação ao tempo geológico, baseando-se nas observações de que o material da fácies branca possui relação com a ocorrência de fraturas e que os diques não exercem nenhuma influência na distinção das fácies do filito, pode-se definir que possivelmente o processo que atuou na rocha deve ter ocorrido durante ou após o Cambro-Ordoviciano. Este período, de acordo com Theodorovicz *et al.* (1988), é marcado por granitogênese e grandes cisalhamentos na região. Entretanto como o Juro-Cretáceo é correlacionado às principais intrusões de diques na região (CPRM 1986), esse período foi tomado como limite para a atuação do processo de diferenciação faciológica da rocha.

## CONCLUSÕES

Através das análises petrográfica, química, física e mineralógica buscou-se caracterizar as três fácies que compõem os depósitos do filito em estudo.

A fácies de filito branco é composta por duas porções, uma de cor cinza claro, originada pela menor concentração de sedimentos carbonosos na sua formação e outra de cor creme, que é o material de

maior valor comercial agregado. Esta ocorre nos níveis superiores dos depósitos ou associa-se a fraturas de direção NW e mergulhos NE, e tem sua origem relacionada à ocorrência de processos intempéricos que favoreceram a mobilização dos óxidos e/ou hidróxidos de ferro e material carbonoso da rocha. A hipótese postulada que melhor representa a situação descrita baseia-se na ação de águas superficiais com pH relativamente ácido, que devido ao  $\text{CO}_2$  dissolvido, propiciou a mobilização química.

Outras fácies do material em estudo são: a fácies rósea, caracterizada por maiores teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{total}}$  e a fácies preta, que possui os maiores teores de perda ao fogo. Ambas estão relacionadas a processos sedimentares que favoreceram a deposição de sedimentos mais ricos em ferro (fácies rósea) e sedimentos com maior concentração de material carbonoso (fácies preta).

Petrograficamente as três fácies são muito similares, diferindo apenas na porcentagem de material carbonoso e na ocorrência de níveis oxidados, estando a maior ocorrência desses níveis na fácies rósea e a menor na fácies branca.

Mineralogicamente as três fácies possuem uma assembleia composta essencialmente por quartzo, sericita e caulinita, sendo que esta pode encontrar-se ausente ou em concentrações variadas. A ausência da caulinita muitas vezes ocorre nas amostras menos intemperizadas, normalmente nas porções cinza claro da fácies branca ou nas porções de cor escura das fácies rósea e preta.

Quimicamente os melhores resultados para a caracterização do material são os teores de óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{total}}$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e perda ao fogo (P.F.). Os teores do óxido de ferro, composto que pode inviabilizar o emprego no ramo da cerâmica branca, apresenta uma grande variação, onde a fácies rósea possui os maiores teores, podendo chegar até 4,61% e a fácies branca, os menores (aproximadamente 1%).

Os dados químicos também possibilitaram definir que os maiores teores de sílica e os menores teores de alumina ocorrem na fácies branca e os menores valores de sílica e os maiores de alumina, na fácies rósea. Os valores mais elevados de perda ao fogo foram obtidos na fácies preta do material, favorecendo a definição da ocorrência de material carbonoso nesta fácies, colaborando com a teoria de mobilização química para a diferenciação do material.

Em relação aos teores de álcalis, sílica e alumina, a rocha em estudo possui condicionantes que justificam seu uso na indústria da cerâmica branca. Concentrando-

se, em razão dos menores teores de perda ao fogo e  $Fe_2O_{3total}$ , o material de melhores qualidades para a indústria de cerâmica branca é na porção creme da fácies branca.

A análise física permitiu definir a inviabilidade do emprego das fácies preta e rósea no ramo de porcelanatos. A fácies preta em temperaturas mais elevadas tende a uma variação de tons de laranja a cinza no ensaio de cor de queima, além da fragmentação dos corpos de prova nas temperaturas mais elevadas (950°C e 1.250°C). Outro fator que deve ser ressaltado é a possível ocorrência de material carbonoso nesta porção, o que favorece o aparecimento de imperfeições nos porcelanatos (coração negro). A fácies rósea caracteriza-se pelo escurecimento dos corpos de prova com o acréscimo de temperatura.

A diferenciação faciológica justifica o amplo emprego do filito, a porção creme da fácies branca, como já relatada, é utilizada como fundente em massas cerâmicas, e as fácies preta e rósea são utilizadas em ramos de razão animal, argamassa e *fillers*, e devem ser melhor estudadas, a fim de ampliar suas utilizações.

## REFERÊNCIAS

Almeida, F. F. M. de. 1956. Novas Ocorrências de Fósseis no Pré-Cambriano Brasileiro. In: Academia Brasileira de Ciências, 28, Universidade de São Paulo, São Paulo. *Anais...* 4: XLIV-XLV.

Almeida F. F. M. de. 1957. Novas Ocorrências de Fósseis no Pré-Cambriano Brasileiro. In: Academia Brasileira de Ciências, 29, Universidade de São Paulo, São Paulo. *Anais...* 1: 63-72.

Anuário Mineral Brasileiro. 2005. Estatísticas Unidades da Federação – Parte II. Brasília: DNPM, Ano 34. 331 p.

Campanha, G. A. da C. 1991. *Tectônica Proterozóica no Alto e Médio Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná*. Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, Inst. de Geociências, 296p.

Chairman, E. N. G. & Trask, P. D. & Ford, R. K. & Rove, O. N. & Singewald Jr, J. T. & Overbeck, R. M. 1984. *Rock Color Chart*. Colorado: Geological Society of America, 10 p.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. 1986. Projeto Engenheiro Maia – Ribeirão Branco. São Paulo, PRÓ-MINÉRIO/CPRM, 280p. (Rel. Final).

Damiani, J. C. & Perez, F.; & Melchades, F. G. & Boschi, A. O. 2001. Coração Negro em Revestimentos Cerâmicos: Principais Causas e Possíveis Soluções. *Cerâmica Industrial*, São Paulo, 6(2): 12-16.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1998. Diagnóstico Técnico-econômico do setor mineral de Itapeva-SP e das possibilidades para desenvolvimento de um pólo regional de mineração. São Paulo, IPT, 85p. (Relatório IPT 37582).

Melcher G. C. & Gomes, C. B. & Cordani, U. G. & Bettencourt, J. S. & Damasceno, E. C. & Girardi, V. A. V. & Melfi, A. J. 1973. Geologia e Petrologia das Rochas Metamórficas e Graníticas Associadas do Vale do Rio Ribeira de Iguape, SP e PR. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 3:97-123.

Reis Neto, J. M. dos. 1994. *Faixa Itaiacoca: Registro de uma Colisão entre dois Blocos Continentais no Neoproterozóico*. Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, Inst. de Geociências, 253p.

Rodrigues L. & Galdino, D. S. *Prefeitura de Itapeva*. Disponível em: <http://www.itapeva.sp.gov.br/itapeva/cidade/default.htm>. Acesso em: 22/8/2005.

Souza, A. P. 1990. *Mapa Geológico na Escala 1:50.000 e Esboço da Evolução Tectônica e Sedimentação do Grupo Itaiacoca, nas Folhas Barra do Chapéu e Ouro Verde – SP/PR*. Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, Inst. de Geociências, 201p.

Suguio, K. 2003. Intemperismo e Origem dos Sedimentos. In: Suguio, K. *Geologia Sedimentar*. São Paulo: Edgard Blücher, p. 11-22.

Theodorovicz A. & Câmara, M. M. & Takahashi, A. T. & Morais, S. M. & Godoy, H. K. 1988. Geologia do Pré-Cambriano das Folhas Engenheiro Maia e Ribeirão Branco, São Paulo. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 35, Belém-PA. *Anais...* São Paulo: 2713-2726.

Trein, E. & Reis Neto, J. M. dos & Biondi, J. C. & Monastier, M. S. 1985. Revisão da Formação Itaiacoca: Identificação de uma Seqüência Metavulcânico-Sedimentar em Abapã (PR). In: SBG, Simpósio Regional de Geologia, 5, São Paulo. *Anais...*, São Paulo:169-185.

Trein, E. 1987. Geologia da Folha Itaiacoca. Curitiba. Folheto da Biblioteca de Ciências e Tecnologia da UFPR.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization; & IUGS. International Union of Geological Sciences. *International Stratigraphic Chart*. Disponível em: <http://www.iugs.org/iugs/pubs/intstratchart.htm>. Acesso em: 27/10/2006.

Valera, T. S. & Ribeiro, A. P. & Soares, L. & Sanches, E. C. & Ormanji, W. & Toffoli, S. M. 2002. Uso Alternativo de Filito como Carga Mineral para Pisos Poliméricos. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 46, São Paulo. *Anais...* ABCERAM: 46: 1149-1159.