

# *Pesquisas em Geociências*

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

---

## **Uma Ocorrência Singular de Barita no Sudoeste Catarinense, Brasil**

*Artur Cezar Bastos Neto, Andréa Ritter Jelinek, Clovis Norberto Savi*  
*Pesquisas em Geociências, 24 (1/2): 31-37, maio/ago., 1997.*

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21180>

---

Publicado por

## **Instituto de Geociências**

---



## **Portal de Periódicos**

# **UFRGS**

UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

---

### **Informações Adicionais**

**Email:** [pesquisas@ufrgs.br](mailto:pesquisas@ufrgs.br)

**Políticas:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

**Submissão:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

**Diretrizes:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

---

Data de publicação - maio/ago., 1997.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

## Uma Ocorrência Singular de Barita no Sudeste Catarinense, Brasil

ARTUR CEZAR BASTOS NETO<sup>1</sup>, ANDRÉA RITTER JELINEK<sup>2</sup> & CLOVIS NORBERTO SAVI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos em Petrologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, UFRGS.

<sup>2</sup>Departamento de Geodésia, Instituto de Geociências, UFRGS, CP 15001, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil

<sup>3</sup>Mineração Floral Ltda., Morro da Fumaça, SC, Brasil

(Recebido em 09/96. Aceito para publicação 06/97)

**Abstract** - The paper describes the later mineral assemblage at the Santa Catarina fluorite mining district, recently recognized in the Cocal fluorite ore vein. In this assemblage, the barite crystals are perfect, centimetric and translucent. The habit - prismatic, granted by pinacoides - and the forms association - prisms  $m\{210\}$ ,  $n\{110\}$ ,  $l\{410\}$  and  $d\{101\}$ , bipyramids  $z\{211\}$ ,  $r\{411\}$  e  $y\{111\}$  and pinacoides  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$  and  $c\{001\}$  - are here firstly described. The mineral assemblage fills a pipe where deposition was controlled by mixing of ascending hydrothermal fluids with two types of cold descending fluids.

**Keywords:** barite, crystal morphology, hydrothermalism

### INTRODUÇÃO

O presente trabalho objetivou descrever e investigar as condições de formação de uma ocorrência de barita - por diversos motivos classificada como singular - recentemente exposta pelos trabalhos de exploração da fluorita do filão Cocal (Fig. 1) no Distrito Fluorítico de Santa Catarina (DFSC). Os cristais de barita desta ocorrência são euédricos e perfeitos, bem desenvolvidos e transparentes. São de uma beleza rara para a barita e curiosamente contrastante com as demais e numerosas ocorrências deste mineral no DFSC. Do ponto de vista geológico, a ocorrência tem características surpreendentes para os familiarizados com a geologia do DFSC. A barita do tipo comumente associada à fluorita ocorre intercalada neste mineral ou é tardia, preenchendo espaços residuais nos filões. Ela desaparece gradualmente em profundidade, enquanto que, num dado nível, sua distribuição é irregular. Contrastantemente, a barita aqui estudada é restrita a uma estreita coluna de grande extensão vertical dentro da jazida Cocal e é abundante em uma profundidade onde a barita comum é quase inexistente.

Os resultados do estudo revelaram que a barita desta ocorrência possui um hábito e uma associação de formas que, ao nosso conhecimento, não foram descritos anteriormente. Constatou-se que ela pertence a uma paragênese posterior à mais tardia até então reconhecida no distrito e sua formação ocorreu dentro do provavelmente último conduto de ascensão de fluidos na estrutura Cocal. O estudo das condições de formação desta paragênese - aqui denominada ultra-tardia - trouxe novas informações para o entendimento do funcionamento do hidrotermalismo no DFSC. Desta forma, este trabalho, além de seu aspecto mineralógico-cristalográfico, representa, também, uma contribuição ao aperfeiçoamento do modelo genético das mineralizações do DFSC.

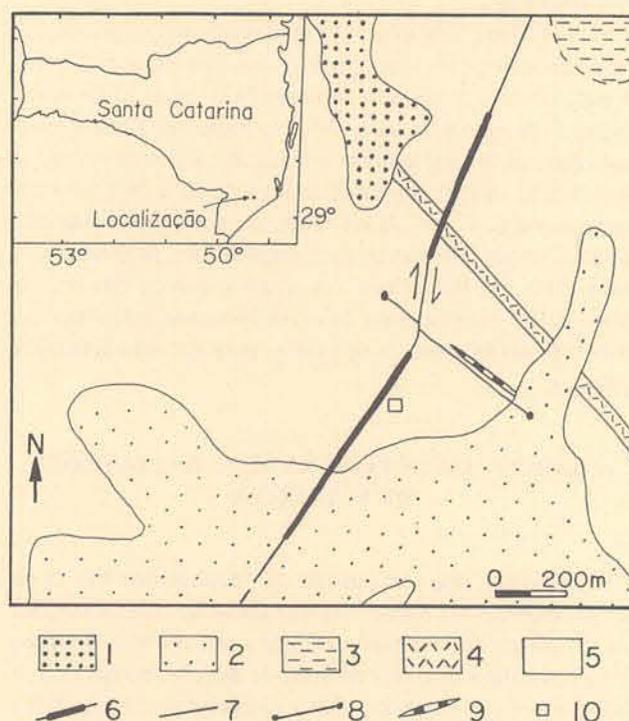


Figura 1 - Mapa geológico da área do filão Cocal. 1: aluvião; 2: Formação Rio Bonito; 3: Formação Rio do Sul; 4: riolito; 5: Granito Pedras Grandes; 6: filão de fluorita; 7: falha; 8: dique de diabásio; 9: veio de quartzo; 10: poço de acesso.

### GEOLOGIA DO DISTRITO FLUORÍTICO E DO FILÃO COCAL

O embasamento do DFSC é constituído predominantemente pelo Granito Pedras Grandes (Sallet, 1988), localmente cortado por diques de rochas sub-vulcânicas ácidas do Eo-Paleozóico (Teixeira, 1969). As rochas da Bacia do Paraná presentes no distrito pertencem às Formações Rio do Sul e Rio Bonito (Permiano Inferior) e à For-

mação Serra Geral (diques e soleiras de diabásio do Juro-Cretáceo). Os filões de fluorita cortam todas as litologias acima, encaixam-se preferencialmente nos granitos e estreitam-se ao penetrarem as rochas sedimentares e soleiras de diabásio.

As mineralizações são filoneanas, controladas por estruturas de direções no quadrante NE. A grande maioria das jazidas tem reservas da ordem de 100.000 toneladas com teor médio de 50% de  $\text{CaF}_2$  e são exploradas até profundidades em torno de 150m. A fluorita depositou-se durante quatro fases de abertura das estruturas filoneanas. Nas fases 1 e 3 predominam a fluorita maciça e brechas tectônicas. Nas fases 2 e 4 predominam texturas bandadas, brechas de colapso e "cocardes", e a zonação vertical, marcada pelo enriquecimento em sílica nas raízes e em barita nas partes superiores, é mais pronunciada. No detalhe, os preenchimentos foram subdivididos (Bastos Neto et al., 1992) em nove gerações segundo as cores de fluorita predominantes e os minerais associados.

O filão Cocal (Fig. 1) é controlado por uma estrutura de direção geral N40°E, sendo dividido nas partes norte e sul por uma zona não mineralizada localizada numa inflexão da estrutura para N-S. Na parte sul a estrutura é sub-vertical. Na parte norte o mergulho varia de 45° SE a subvertical. A espessura média na parte sul é de 1.5m e na parte norte de 1.0m. Atualmente, a exploração se desenvolve no nível 200, devendo se estender até, pelo menos, o nível 250. No filão Cocal, ocorrem minérios das quatro fases e o preenchimento da caixa filoneana apresenta, ao longo da maior parte da estrutura, uma zonação simétrica (Fig. 2).

#### A BARITA ASSOCIADA ÀS MINERALIZAÇÕES DE FLUORITA

No Sudeste Catarinense são conhecidos três tipos de ocorrências de barita: (1) associada às mineralizações de fluorita; (2) cristais de barita em meio a quartzo microcristalino de zonas de falha de direções no quadrante NE (Ferreira & Almeida, 1989); (3) veios de direção NW-SE constituídos apenas por barita (Bastos Neto, 1990). As relações genéticas entre os três tipos de ocorrência não são bem conhecidas. As ocorrências do tipo 3, apesar de promissoras, nunca foram investigadas por sondagem. A barita dos filões de fluorita ocorre intercalada no minério bandado ou preenchendo espaços residuais na caixa filoneana (paragênese tardia). Em alguns filões de fluorita, os teores de barita nas partes superiores podem atingir mais de 10% em peso, o que viabilizaria sua exploração como subproduto, como ocorre em jazidas de fluorita norte africanas e européias. A barita associada à fluorita foi dividida segundo três paragêneses - precoce (intercalada na fluorita), tardia e ultra-tardia - descritas a seguir.

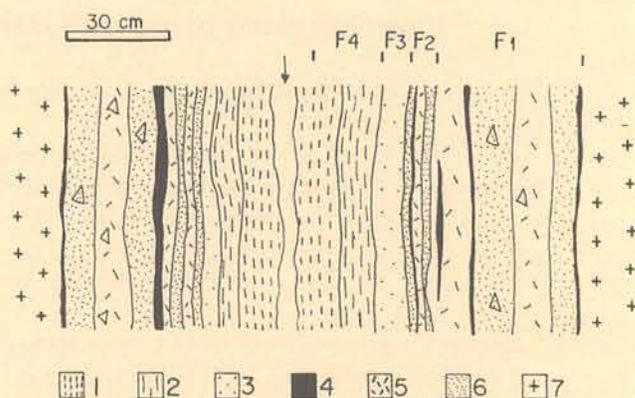


Figura 2 - Perfil representativo da mineralização do filão Cocal. 1: fluorita (f.) amarela bandada; 2: f. branca bandada; 3: f. amarela maciça; 4: quartzo microcristalino; 5: f. violeta; 6: f. verde; 7: granito. Os segmentos representados por F1, F2, F3 e F4 representam as partes do minério correspondentes às quatro fases de abertura e preenchimento. A seta indica o espaço residual na parte central da caixa filoneana a qual apresenta uma zonação simétrica.

#### A barita precoce

A barita intercalada na fluorita forma pequenos bolsões ( $\pm 3$  cm) interligados por filonetes de espessura milimétrica dispostos ao longo dos planos de crescimento da fluorita. Nos bolsões, a barita ocorre como uma massa sem forma cristalina definida (as superfícies planas eventualmente observadas foram impostas pela fluorita), devido à sua deposição intercalada com a fluorita; a barita se concentrou em pequenas concavidades na superfície da fluorita recém depositada.

#### A barita tardia e o preenchimento dos geodos e "vugs"

A paragênese tardia ocorre nas paredes de "vugs" ou forma geodos. Os primeiros são espaços residuais com formas lenticulares (dimensões mais comuns: espessura até 30 cm, altura e comprimento de 1 a 5 m) resultantes do não preenchimento completo da caixa filoneana pela fluorita. Espaços de formas semelhantes a "vugs" podem ocorrer interiormente a gerações mais antigas, tendo sido formados principalmente pela abertura de fraturas causadas por movimentações tardias, provavelmente ligadas ao reajuste isostático regional. Grande parte dos geodos localiza-se em zonas de intersecção de fraturas, onde espaços foram abertos pela brechação fina da fluorita e sua remoção por dissolução ou transporte mecânico pelos fluidos. Também ocorrem espaços residuais ovóides em zonas de minério em "cocardes" ou de brechas de colapso grosseiras.

O preenchimento dos geodos e "vugs" pela paragênese tardia (Fig. 3) inicia-se por uma banda de fluorita colunar branca, amarela ou incolor com espessura de até 3 cm ou, muitas vezes, ausente. Seguem-se

cristais cúbicos bem formados (arestas centimétricas a decimétricas) de fluorita amarela, lilás-claro e incolor, eventualmente branca. O conjunto é cortado por lamelas de barita, individuais ou em aglomerados (na forma de cristas, eventualmente radiais) cinza ou amarela. Os comprimentos das lamelas, mais frequentemente até 2 cm, atingem excepcionalmente 10 cm. De modo muito raro, ocorrem cristais tabulares tendo como únicas formas presentes os três pinacóides.

Uma película de espessura milimétrica, constituída por quartzo límpido, frequentemente piramidado, recobre os cubos de fluorita e, parcialmente, as lamelas de barita. Cristais euédricos de pirita (dimensões mais frequentes: 0,5 a 3mm) salpicando a película de quartzo, conferem um aspecto mosqueado ao geodo ou ao "vug". A deposição termina com uma argila branca identificada por difratometria de raios X como mineral interestratificado ilita/esmectita (I/S) de tipo R0 (alta porcentagem de esmectita). O I/S R0 ocorre na forma de filonetes cortando os minerais anteriores ou concentra-se em concavidades na superfície interna do geodo ou "vug", eventualmente preenchendo todo o espaço residual. Nódulos de até 1cm de diâmetro, com estrutura concêntrica, podem ocorrer dentro do material argiloso. Em lâmina petrográfica observa-se tratar-se de cubos de fluorita, crescidos em meio à massa argilosa, que englobaram parte desta como inclusões concêntricas. Lamelas de barita ocorrem eventualmente associadas à fluorita.

#### A paragênese da barita ultra-tardia

O "vug" onde ocorre a barita hialina, objeto deste estudo, localiza-se na parte norte do filão Cocal. Sua espessura varia de 0 até 80cm, por um comprimento de 15m. A altura mínima (observada pelos autores) vai desde o nível 170 até o 100. Segundo informações dos mineiros, ele prossegue acima do nível 100; a verificação de sua continuidade abaixo do nível 170 depende do desenvolvimento da lavra.

Neste "vug", a barita e a pirita da paragênese tardia apresentam algumas particularidades em relação aos "vugs" e geodos comuns. A barita é abundante e bem cristalizada. Na parte inferior do "vug", ela ocorre como cristais lamelares, enquanto que, na parte superior, ocorrem cristais tabulares (com as formas representadas na Fig. 4a). Os cristais são amarelo acastanhado, relativamente translúcidos e com dimensões de até 4 cm. A pirita também é muito mais abundante do que o normalmente observado, chegando a formar uma banda contínua com espessura de até 0,5cm (Pr. 1, Fig. A). Contrariamente a outros "vugs" existentes no próprio filão Cocal, a formação e a alteração de minerais prosseguiu após a deposição do interestratificado I/E R0, formando-se a paragênese ultra-tardia (Fig. 3).

	PARAGÊNESE TARDIA	PARAGÊNESE ULTRA-TARDIA
FLUORITA COLUNAR	—	
FLUORITA EM CUBOS	—	
BARITA EM LAMELAS	—	
QUARTZO	—	
PIRITA	—	
ESMECTITA	—	
FLUORITA		1 2
BARITA RÓSEA		—
GOETITA		—
HEMATITA		—
BARITA LEITOSA		—
PSILOMELANA		—
BARITA HIALINA		—

Figura 3 - Paragênese tardia encontrada nos diversos filões e paragênese ultra-tardia do "vug" do filão Cocal. 1: fluorita muito fina associada à barita; 2: fluorita com textura pseudobotrioidal.

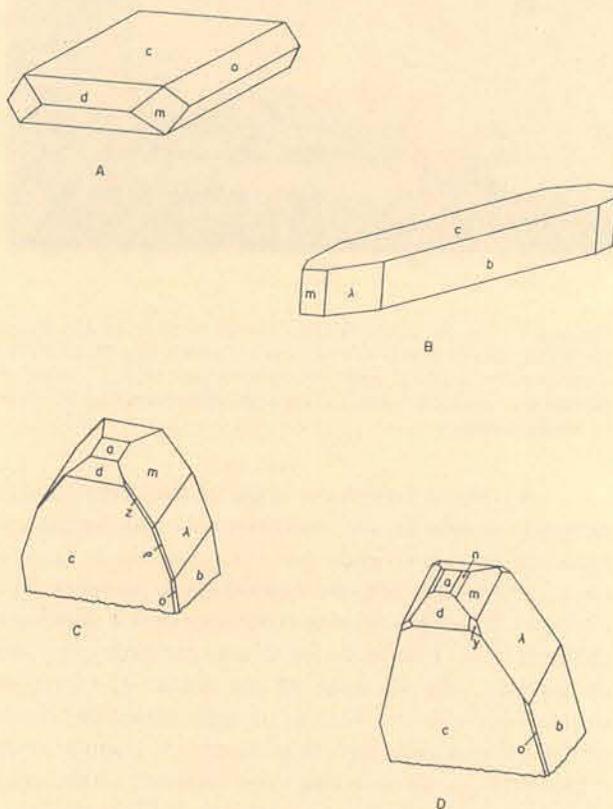
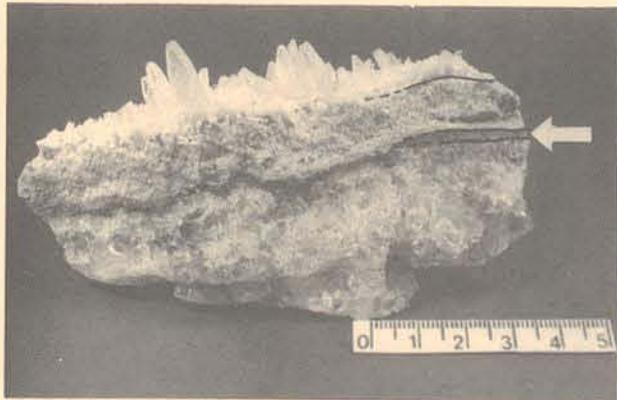


Figura 4 - Tipos de cristais de barita encontrados no filão Cocal. A: barita tardia; B: cristais maiores da barita ultra-tardia; C e D: detalhes dos dois tipos de terminações dos cristais menores da barita ultra-tardia. Os cristais tipo C são caracterizados por apresentarem terminações com as formas  $z\{211\}$  e  $p\{411\}$ ; nas terminações dos cristais de tipo D ocorrem as formas  $n\{110\}$  e  $y\{111\}$ . Identificação das demais formas da figura:  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $d\{101\}$ ,  $m\{210\}$ ,  $o\{011\}$  e  $l\{410\}$ .



A



B



C



D

Prancha 1 - Fig. A: a seta indica a banda de pirita tardia; abaixo dela observa-se a fluorita tardia; acima ocorre uma banda de barita rósea e cristais de barita leitosa e barita hialina. Fig. B: na parte clara ocorre a fluorita com textura pseudobotrioidal; as partes escuras correspondem à zonas ricas em psilomelana. Fig. C: sobre uma banda de barita rósea, desenvolvem-se cristais de barita leitosa passando a hialina; as manchas escuras correspondem à psilomelana concentrada na zona de transição de alguns cristais. Fig. D: drusa de barita hialina.

A pirita da paragênese tardia foi transformada num material castanho escuro, eventualmente com formas cúbicas relictas, identificado por difratometria de raios X como goetita com pequena quantidade de hematita. Esta alteração foi provavelmente contemporânea à deposição da barita rósea. Esta barita forma uma banda de espessura de até 4cm, sem variação de cor apesar de variações texturais importantes: passa de um aglomerado de cristais xenomórficos a zonas mais finas, de aspecto granular, onde argilas brancas são observadas pontualmente e a presença de fluorita muito fina foi detectada por difratometria de raios X.

A barita rósea foi recoberta por uma película creme acastanhada com espessura em torno de 1mm, localmente atingindo 1cm. Externamente, a película tem o aspecto de um mineral coloidal, com uma textura pseudobotrioidal (Pr. 1 Fig. B). Todavia, é constituída por material granulado identificado por difratometria de raios-X como exclusivamente fluorita, formando duas camadas. Na mais interna, a fluorita é finamente granulada, com aspecto sacaroidal.

Na externa, é mais grosseira e os grãos têm formas de cubos.

Antes do término da deposição da película de fluorita iniciou-se a cristalização da barita leitosa (Pr. 1, Fig. C) que é apenas em parte coberta pela película de fluorita. Os cristais têm formas semelhantes às da barita hialina (ver mais adiante) mas suas dimensões maiores são sempre inferiores a 1cm. Subsequentemente, ocorreram, conjuntamente, a deposição de psilomelana e o início da cristalização da barita hialina. A psilomelana recobre parcialmente a película de fluorita, apresenta uma textura botrioidal e, onde é muito abundante, parece ter inibido o crescimento da barita hialina. Esta última pode ocorrer como cristais inteiramente hialinos ou como se fosse a continuação do crescimento do cristal de barita leitosa (Pr. 1, Fig. C). Exatamente no ponto onde a barita passa de leitosa a hialina ocorrem inclusões arborescentes (tridimensionais) de psilomelana. Nas partes mais externas destes cristais a psilomelana é ausente, indicando a interrupção de sua formação, enquanto que a da barita hialina persiste. A barita hialina forma

drusas (Pr. 1, Fig. D) com cristais muito frequentemente atingindo 7 cm e, em alguns casos, biterminados. O espaço residual do "vug" foi parcialmente preenchido por uma argila branca (interestratificado ilita/esmectita R0). Entretanto, nódulos como os descritos na paragênese tardia não ocorrem.

## ESTUDO DA BARITA ULTRA-TARDIA

### Descrição cristalográfica

A barita ultra-tardia tem um hábito prismático retangular (Hurlbut, 1974) e associações de formas bem mais complexas do que a tardia. O caráter prismático do hábito é conferido por faces bastante alongadas que, no caso estudado, correspondem, na realidade, a pinacóides - lateral  $b\{010\}$  e basal  $c\{001\}$  (Fig. 4b). Os cristais maiores (1 a 7 cm), representados na Figura 4b, são os mais alongados: as relações de dimensões dos cristais medidas sobre os eixos (a, b, c) situam-se em torno de 10:1:2. As formas presentes de modo sistemático são os pinacóides lateral  $b\{010\}$  e basal  $c\{001\}$  e os prismas de 3ª ordem  $m\{210\}$  e  $l\{410\}$ . Embora outras formas tenham sido aqui identificadas, estas são mais típicas dos cristais menores do que 1 cm.

Nos cristais menores, as relações das dimensões dos cristais segundo os eixos são diferentes (15:1:5) ocorrendo um "achatamento" dos cristais pelo maior desenvolvimento do pinacóide basal  $c\{001\}$  que se torna mais largo na direção do eixo b. Ainda assim, o termo prismático é o que descreve mais apropriadamente o hábito dos cristais. As formas anteriormente descritas (b, c, m, l) são frequentes. Além destas, o pinacóide frontal  $a\{100\}$  ocorre sistematicamente e o prisma de 2ª ordem  $d\{101\}$  é muito frequente. As demais formas ocorrem seletivamente, permitindo separar-se os cristais em dois tipos: aqueles (Fig. 4c) onde ocorrem as bipirâmides  $z\{211\}$  e/ou  $r\{411\}$  e aqueles (Fig. 4d) onde ocorrem o prisma de terceira ordem  $n\{110\}$  e/ou a bipirâmide  $y\{111\}$ .

Independentemente do tamanho dos cristais, a face  $b\{010\}$  apresenta frequentemente estrias paralelas ao eixo c. Elas são originadas por intersecções com planos correspondendo aos prismas de 3ª ordem  $m\{210\}$  e  $l\{410\}$ . Em alguns casos as estrias são muito abundantes e o escalonamento das faces faz com que a superfície do cristal correspondendo à face estriada torne-se abaulada.

Com o refratômetro do Laboratório de Gemologia do DEMIPE/UFRGS, determinou-se para uma barita hialina da paragênese ultra-tardia:  $n_p = 1.632$ ;  $n_g = 1.648$ ;  $n_m = 1.6379$ ; birrefringência =  $n_g - n_p = 0.016$ ; B+. Para a barita tardia tabular do tipo da Figura 4a, determinou-se:  $n_p = 1.631$ ;  $n_g = 1.648$ ;  $n_m = 1.638$ ; birrefringência = 0.017; B+.

### Geoquímica

Na barita, a substituição do Ba pelo Sr é a única que pode constituir uma série completa, desde a barita até a celestita. Substituições do Ba por outros cátions são extremamente limitadas, mesmo no caso do Pb e do Ca (valor extremo de  $Ca/Ba = 1/12$ ); substituições do ânion sulfato são ainda menos significativas (Deer et al., 1962). Três amostras da barita ultra-tardia coletadas no nível 170 foram analisadas por fluorescência de raios X no CPGq/UFRGS. Os teores de estrôncio são muito baixos, obtendo-se as seguintes frações molares de celestita ( $X_{SrSO_4}$ ): 0,09 para a barita leitosa; 0,05 e 0,2 para a barita hialina.

O estudo das inclusões fluidas (IF) na barita foi realizado na platina Chaix Mecca do CPGq/UFRGS. Os cristais são tão translúcidos que a preparação convencional (corte e polimento) só foi necessária nos casos de afinamento para adaptação à capsula do equipamento. As IF são essencialmente monofásicas (líquidas). Algumas raras IF bifásicas (líquido-gás) foram observadas; elas apresentam diferentes graus de preenchimento. Nos cristais de barita hialina mais precoces (partes mais próximas à barita leitosa ou mais ricas em psilomelana) predominam IF plano-retangulares com a maior aresta frequentemente atingindo 200mm, relações comprimento/largura muito variadas e diferentes graus de arredondamento dos vértices. Elas localizam-se preferencialmente em planos de crescimento da barita e são acompanhadas por IF mais irregulares (ramificadas, mas com ângulos retos) ou mais regulares (formas mais semelhantes a paralelepípedos). As IF anteriores foram consideradas primárias. Nos grandes cristais sem inclusões sólidas de psilomelana ocorrem IF primárias isoladas, com formas predominantemente arredondadas ou losangulares e dimensões comparativamente menores (<30mm). Contrariamente, a passagem para a barita leitosa é caracterizada pela maior frequência de IF e acompanhada por uma grande quantidade de inclusões sólidas (provavelmente argila). Planos de fratura cicatrizados com IF secundárias de formas arredondadas ou irregulares ocorrem frequentemente, principalmente em direção à barita leitosa. Em grande parte dos casos, estes planos superpuseram-se a planos de crescimento do mineral e a eles se associam a maioria das IF bifásicas observadas.

Para medição da temperatura de fusão do gelo das IF monofásicas utilizou-se o artifício de provocar o surgimento de uma bolha por vazamento devido à quebra da inclusão por resfriamento brusco (imersão no nitrogênio líquido). Este procedimento não afeta a salinidade do fluido aprisionado (Roedder, 1984). Obteve-se, invariavelmente, salinidades extremamente baixas (< 1 % em eq. NaCl). Fruto da baixa salinidade, as temperaturas eutéticas não puderam ser determinadas. Tentativas de medição das temperaturas de homogeneização das IF "originalmente" bifásicas forneceram, como esperado, resultados e comportamentos inconsistentes.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Cristais com as mesmas formas presentes nos exemplares maiores (Fig. 4b) aqui estudados foram descritos por Hauy, 1823 (in Goldschmidt, 1913). Nestes, todavia, são os prismas de terceira ordem  $m\{210\}$  e  $l\{410\}$  que se destacam em relação ao pinacóide  $b\{010\}$ , conferindo aos cristais o hábito tabular losangular muito comum na barita. No presente caso, o caráter alongado dos cristais exige a aplicação do termo prismático como alusão ao seu aspecto geral, apesar das faces alongadas corresponderem a dois pinacóides. Entre as centenas de tipos de cristais de barita descritos (vide compilação de Goldschmidt, 1913 e complementações posteriores como: Palache et al., 1957; Berry & Mason, 1959; Klein & Hurlbut, 1993, entre outros), ocorrem cristais com hábito prismático conferido por formas de tipo prisma de primeira ordem  $o\{011\}$  ou segunda ordem  $d\{101\}$ . Em alguns casos, além dos prismas, ocorrem pinacóides alongados, principalmente o basal  $c\{001\}$  (vide Figura 12.33 de Klein & Hurlbut, 1993). Nestes casos, o termo hábito prismático retangular tem sido empregado de forma inapropriada: retangular não se enquadra como complementação do hábito (por. ex.: tabular losangular) tão pouco descreve a seção do "prisma". Os cristais maiores aqui descritos (Fig. 4b) representam, ao nosso conhecimento, o primeiro caso de barita com um hábito prismático conferido unicamente por pinacóides. Consequentemente, a seção do "prisma" permite, neste caso, a aplicação apropriada do termo hábito prismático retangular. Quanto aos cristais menores, não apenas o hábito, mas, também, a associação de formas que ocorre em suas terminações é única na literatura.

Na barita hialina, a grande maioria das IF morfológicamente primárias são monofásicas aquosas. Para IF deste tipo, assume-se temperaturas de aprisionamento da ordem de 50°C (Goldstein & Reynolds, 1994). Uma discussão sobre os efeitos da acomodação da deformação durante aquecimento ou resfriamento em minerais facilmente deformáveis como a barita e sobre os efeitos da metaestabilidade em soluções aquosas é feita por Touret (1994). Segundo este autor, IF deste tipo podem ter se formado a temperaturas entre 40 e 60°C. Embora na maioria dos casos de baritas as temperaturas de formação obtidas sejam bem mais elevadas (p. ex.: Canals & Cardellach, 1991; Albert, 1984; Jebrak, 1984), temperaturas tão baixas quanto as aqui sugeridas não são raras (Leach, 1980). Os diferentes graus de preenchimento de IF bifásicas morfológicamente classificáveis como primárias indicam tratar-se, na realidade, de IF secundárias. Em função das condições geológicas e das observações petrográficas, a origem das IF tipicamente secundárias não pode ser atribuída à deformação tectônica ou hidráulica, sendo uma quebra por choque térmico causado pelo aporte brusco de um fluido descendente frio o único mecanismo plausível. Este choque térmico teria causado o vazamento parcial de

algumas IF primárias, resultando no surgimento de uma fase gasosa.

Nas baritas de jazidas filoneanas tem sido observado um aumento regular do teor de Sr conforme a profundidade (Jaillard et al., 1989). Este tipo de controle foi constatado no DFSC (Bastos Neto et al., em preparação) para a barita comum. Todavia, a barita ultra-tardia não se enquadra nos gradientes obtidos com as baritas mais antigas cujas amostras de profundidades compatíveis com o nível 170 do filão Cocal possuem valores de  $X_{SrSO_4}$  bem mais elevados (em torno de 6). Assim sendo, ou a barita ultra-tardia tem fonte de Sr e Ba diferente das mais antigas ou as diferenças na razão Sr/Ba são ligadas a condições físico-químicas muito diferentes impostas pelo aporte de um fluido diferente.

A gênese da fluorita do DFSC foi ligada (Savi, 1980; Dardenne & Savi, 1984; Sallet, 1988 e Bastos Neto et al., 1991) a águas meteóricas que, infiltradas em profundidade, lixiviaram a fluorita disseminada dos granitóides e, em sua ascensão, repositaram-na nas caixas filoneanas como efeito da queda de temperatura e trocas iônicas com a encaixante. O aporte de fluidos de diferentes origens/evoluções (águas meteóricas descendentes ainda não reequilibradas isotopicamente com os granitóides, águas de formações sedimentares meteóricamente recarregadas e águas superficiais em equilíbrio com minerais de alteração intempérica) foi comprovado por geoquímica de isótopos e ocorreu de modo restrito (Bastos Neto et al., 1996). Nas paragêneses tardia e ultra-tardia, estes aportes foram mais frequentes e controlaram a deposição mineral. Observa-se na primeira uma alternância de ambientes redutor/oxidante, onde as condições oxidantes parecem ligadas a aportes de fluidos sulfatados oriundos das formações sedimentares. Já na paragênese ultra-tardia, o ambiente tornou-se invariavelmente oxidante, mas observa-se, mesmo assim, uma alternância de fluidos presentes ou predominantes no sistema hidrotermal: as incursões de soluções superficiais são bem marcadas pela psilomelana e I/E R0 (sem fluorita); as baritas correspondem, provavelmente, à mistura da solução ascendente (carregada em Ba e Sr) com fluidos sulfatados da cobertura sedimentar; o aporte concomitante de um fluido superficial durante a deposição da barita hialina é marcado pela psilomelana; a deposição de fluorita deve ter sido restrita às épocas de domínio da solução ascendente, pois o caráter provavelmente ácido dos fluidos descendentes inibiria a precipitação deste mineral (Richardson & Holland, 1979, 1979a; Cadek et al., 1982).

## CONCLUSÕES

A ocorrência de barita no filão Cocal apresenta, além de uma beleza rara, características cristalográficas originais para este mineral: hábito prismático conferido unicamente por pinacóides ao invés de prismas e uma associação de formas bastante distinta das descritas na literatura.

Ela pertence a uma nova paragênese, posterior às baritas conhecidas, depositada interiormente a um conduto de ascensão de fluidos, num estágio terminal do hidrotermalismo quando o aporte de fluidos descendentes era extremamente frequente e controlava a deposição mineral.

A formação das baritas rósea e leitosa deveu-se à mistura de um fluido ascendente (fluido 1) portador de Ba com um fluido proveniente da cobertura sedimentar (fluido 2) descendente, sulfatado. Subsequentemente, com a continuação do arrefecimento do funcionamento do sistema hidrotermal, soluções de origem superficial (fluido 3) descendentes, ácidas e frias puderam penetrar no sistema, acarretando na deposição da barita hialina (e psilomelana) a uma temperatura de cerca de 50°C (temperatura média da mistura dos fluidos). Os choques térmicos registrados na barita hialina podem ser atribuídos a um caráter episódico do aporte do fluido superficial frio. Na continuação do processo, o fluido superficial passou a dominar a deposição mineral representada pelas argilas brancas (I/E R0).

Contrariamente a outros distritos de fluorita/barita - onde tem sido propostos modelos genéticos por resfriamento ou por "mixing" (Lhégu et al., 1988) -, no DFSC ocorreu a evolução gradual de um processo por resfriamento (minério fluorado) para um processo por "mixing" (paragêneses tardia e, principalmente, ultra-tardia). Consequentemente, caso as promissoras ocorrências de barita (em veios NW-SE e em veios de quartzo NE-SW) sejam relacionadas ao estágio por "mixing", a importação de modelos prospectivos consagrados em outros distritos de F/Ba pode levar a grandes equívocos na prospecção de barita no DFSC.

**Agradecimentos** - Os autores agradecem aos geólogos Pedro Juchen e Tania M. Martini de Brum do Laboratório de Gemologia do Departamento de Mineralogia e Petrologia da UFRGS pelas sugestões ao longo do trabalho e leitura do manuscrito, e ao corpo técnico e mineiros da Companhia Brasileira do Alumínio em Morro da Fumaça pelo auxílio nos trabalhos de campo. A.C. Bastos Neto é apoiado pelo CNPq (proc. 300.849/90-7).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albert, D. 1984. *Modèle de dépôt des filons à barytine et fluorine jaune du Rouergue Occidental, région de Rignac Montbazens (Aveyron-France)*. Orléans. 199p. Thèse de Doctorat, Université d'Orléans.
- Bastos, A.C.N. 1990. *Le district à fluorine de Santa Catarina: minéralisations et altérations hydrothermales dans leur cadre géodynamique*. Orléans. 420p Thèse de Doctorat, Université d'Orléans.
- Bastos, A.C.N., Touray, J.C.; Dardenne, M. & Charvet, J. 1991. *Chronologie et évolution des fluides hydrothermaux dans le district à fluorine de Santa Catarina (Brésil)*. *Mineralium Deposita*, 26: 211-216.
- Bastos, A.C.N.; Touray, J.C.; Dardenne, M. & Charvet, J. 1992. *Contrôle tectonique des minéralisations à fluorine de Santa Catarina, Brésil: filons en décrochement et en extension*. *Chronique de la Recherche Minière*, 507: 43-52.
- Bastos, A.C.N.; Touray, J.C. & Dardenne, M. 1996. *Géochimie isotopique (δD) appliquée à l'étude des inclusions fluides de la fluorine du district de Santa Catarina (Brésil): une discussion sur l'origine des solutions minéralisées*. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, 68 (2):213-221.
- Cadek, J.; Majer, V. & Malkovsky, M. 1982. *Transport of fluorine in low temperature hydrothermal brines*. *Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières* (2) II(4): 379-382.
- Canals, A. & Cardellach, E. 1991. *Source of fluids and age constraint from Sr and S isotopes in the Ba-F low temperature veins of the Catalan Coastal Ranges (NE Spain)*. In: Pagel, M. & Leroy, J.L. (ed.). *Source, Transport and Deposition of Metals*. Balkema, Rotterdam. p. 265-268.
- Dardenne, M.A. & Savi, C.N. 1984. *Geologia e geoquímica dos filões de fluorita Segunda Linha Torrens e Cocal (SC)*. *Revista Brasileira de Geociências*, 14(2): 120-127.
- Deer, W.A., Howie, R.A. & Zussman, J. 1962. *Rock-Forming Minerals, Non-Silicates*. New York, John Wiley & Sons, v.5, 371p.
- Ferreira, A.C. & Almeida, T.I. 1989. *Tectônica transcorrente aplicada à prospecção de fluorita e barita, em Santa Catarina*. *Revista Brasileira de Geociências*, 19 (2): 207-223.
- Goldschmidt, V. 1913. *Atlas der Krystallformen*. Heidelberg, Karl Winters. Universitätsbuch handlung, 350p.
- Goldstein, R.H. & Reynolds, T.S. 1994. *Systematics of fluid inclusions in diagenetic minerals*. Society for Sedimentary Geology, 199p. SEPM Short Course 31.
- Hurlbut, C.S.Jr. 1974. *Manual de Mineralogia*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. v.1, 354p.
- Jaillard, L.; Touray, J.C. & Badra, L. 1989. *Les variations verticales de la teneur en Sr de barytines filoniennes du Haut-Atlas occidental, Maroc. Implications, pour la prospection de barytine de qualité chimique*. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de Paris. Série 2*, 309 (10):1007-1112.
- Jebrak, M. 1984. *Contribution à l'histoire naturelle des filons (F, Ba) du domaine varisque français et marroquin*. Orléans. 486p. Thèse de Doctorat d'État, Université d'Orléans.
- Klein, C. & Hurlbut, C.S. 1993. *Manual of Mineralogy*. New York, John Wiley & Sons. 681p
- Leach, D.L. 1980. *Nature of mineralizing fluids in the barite deposits of Central and Southeast Missouri*. *Economic Geology*, 75: 1168-1180.
- Lhégu, J.; Jebrak, M & Touray, J.C. 1988. *Fluorite and barite deposits in France*. In: QUADRENIAL IAGODSYMPOSIUM, Lulea, Sweden, 7. *Proceedings...* Stuttgart, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, p. 297-307.
- Richardson, C.K. & Holland, H.D. 1979. *Fluorite deposition in hydrothermal systems*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 43: 1327-1335.
- Richardson, C.K. & Holland, H.D. 1979a. *The solubility of fluorite in hydrothermal solutions, an experimental study*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 43: 1313-1325.
- Roedder, E. 1984. *Fluid Inclusions*. *Reviews in Mineralogy*, 12:1-644.
- Sallet, R. 1988. *Étude pétrologique et métallogénique d'un secteur du district à fluorine de Santa Catarina, Brésil. Les granitoïdes précambriens monzonitiques source probable de la fluorine filonienne post-jurassique*. Paris. 233p. Thèse de Doctorat, Université de Paris VI.
- Savi, C.N. 1980. *Gênese e controle das mineralizações de fluorita da região de Criciúma (SC)*. Brasília. 112p. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília.
- Savi, C.N. & Dardenne, M.A. 1980. *Zonação, paragênese e controles da mineralização de fluorita do filão Segunda Linha Torrens, Município de Morro da Fumaça, SC*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Balneário Camboriú. *Anais...Balneário Camboriú, SBG*, v. 3: p. 1743-1757.
- Teixeira, C.A.S. 1969. *Relatório de datações geocronológicas do projeto básico da região leste de Santa Catarina e do projeto específico da fluorita*. *Boletim do Departamento Nacional da Produção Mineral*, 1º Distrito, Porto Alegre, 39p.
- Touret, J.L.R. 1994. *Fluid inclusions in sedimentary and diagenetic environments*. In: De Vivo, B. & Frezzotti, M.L. (ed.). *Fluid Inclusions in Minerals: Methods and Applications*. Short Course of the Working Group "IMA" Inclusions in Minerals. p. 251-269.