

Capítulo 4

Materiais gemológicos do RS

Pedro Luiz Juchem

Laboratório de Gemologia, Departamento de Mineralogia e Petrologia
Instituto de Geociências, UFRGS
labogem@ufrgs.br

Resumo

O Rio Grande do Sul é conhecido internacionalmente por possuir extensas jazidas de ágata e ametista nas rochas vulcânicas do Grupo Serra Geral (Bacia do Paraná), que são as principais gemas produzidas na região Sul do Brasil. Dentre os minerais que ocorrem associados, destacam-se a calcita e a gipsita (variedade selenita), que são utilizadas como gemas ornamentais e de coleção. A produção desses minerais tem uma importância econômica cada vez maior para o RS, que é o segundo estado com maior produção e exportação de gemas do país.

Palavras chave: gemas no RS, ágata, ametista, calcita, gipsita

1 | Introdução

No Rio Grande do Sul existem importantes depósitos de materiais gemológicos em diferentes unidades geológicas [1, 2]. O mapa gemológico do RS (figura 1, capítulo 3) mostra a localização geográfica dos principais depósitos de materiais gemológicos do RS e seu contexto geológico. As gemas mais importantes produzidas nesse estado são a ágata e a ametista, que são explotadas desde a segunda metade do século XIX. Esses minerais ocorrem preenchendo cavidades centimétricas a métricas nas rochas vulcânicas da Bacia do Paraná que passaram a ser denominadas de Grupo Serra Geral [3]. A qualidade dessas gemas e o volume produzido tornaram esse estado um dos maiores fornecedores de ágata e ametista para o mercado internacional. Associado a essas gemas, pode ocorrer ônix, cornalina, quartzo cristal de rocha, quartzo rosa, barita, jaspe, apofilita, zeólitas, opala, calcita e gipsita, destacando-se estes três últimos como os minerais mais conhecidos e comercializados depois da ágata e da ametista.

As características mineralógicas e gemológicas da opala são descritas com mais detalhe no capítulo 3. Apresenta-se aqui uma caracterização mineralógica e gemológica da ágata, ametista, calcita e gipsita, como um exemplo da aplicação de várias técnicas de caracterização desses materiais.

2 | Ágata

Os principais depósitos de ágata estão localizados na região central do RS, denominada de Distrito Mineiro de Salto do Jacuí (figura 1, capítulo 3). Os depósitos são explotados através de atividade garimpeira em ambas as margens dos rios Jacuí e Ivaí [2]. Cavidades arredondadas a elípticas, em geral decimétricas a métricas e totalmente preenchidos por ágata ou ágata e quartzo, são extraídas da rocha vulcânica intemperizada em garimpos a céu aberto, onde podem ser abertas também galerias horizontais subterrâneas (figura 1).

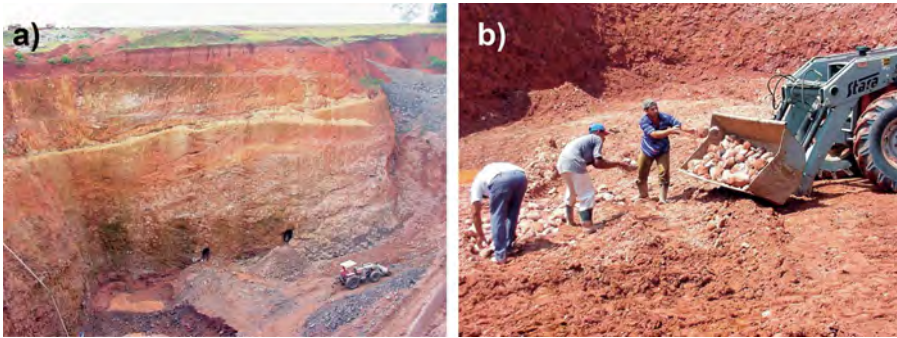


Figura 1

Garimpo de ágata em Salto do Jacuí (RS). a) cava de exploração a céu aberto, observando-se dois túneis subterrâneos; b) cata manual dos geodos mineralizados com ágata na rocha alterada remobilizada por tratores de esteira.

As principais características físicas e ópticas da ágata do RS estão descritas na tabela 1. A ágata pode ocorrer como bandas horizontais e/ou concêntricas em relação às paredes das cavidades, podendo exibir padrões complexos de deposição (figura 2a, 2b e 2d) e gerando peças exóticas muito apreciadas no comércio de gema [4]. As cores das diferentes bandas podem ser cinza, cinza azulado, castanho, vermelho, preto, branco e, mais raro, azul e verde. Ágata preta (ônix) e vermelha a laranja (cornalina) ocorrem nas proximidades de Salto do Jacuí, sendo esta última encontrada também em Livramento (RS). A variedade de cores e de padrões de deposição das bandas gera um grande número de variedades de ágata, destacando-se no RS a ágata orbicular e a ágata cênica (ágata paisagem), dentre outras (figura 2c e 2e).

Calcita, agregados radiados de minerais opacos (óxidos de Fe e Mn), opala e, mais raramente, ametista, podem ocorrer associados, em geral como fases minerais mais tardias. Minúsculos cristais de quartzo incolor e óxidos de Fe e Mn, em geral em agregados dendríticos, podem ocorrer como inclusões na ágata, frequentemente acompanhando o bandamento (figura 2f).

A ágata é uma variedade bandada de calcedônia, que é constituída de quartzo micro a criptocristalino granular e fibroso [5] (figura 2g). Essa estrutura microcristalina da ágata origina um grande número de microporos, o que permite que ela seja tingida (figura 3). O tingimento é um tratamento químico e/ou térmico comum utilizado para alterar ou acentuar as cores da ágata, obtendo-se cores como o vermelho, azul intenso, rosa, violeta, verde e preto.

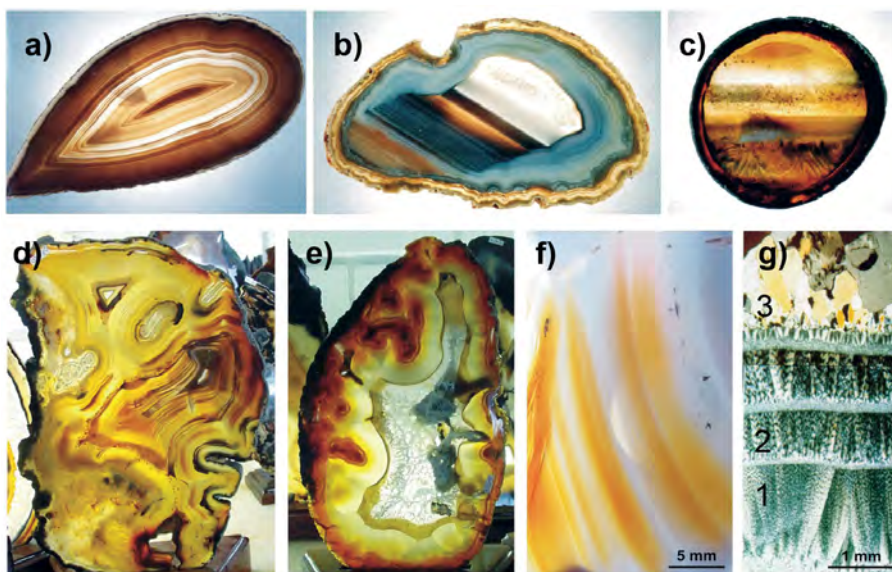


Figura 2

Exemplos de ágata do RS. a) Ágata com bandas concêntricas; b) ágata com bandas concêntricas e paralelas; c) ágata paisagem; d) ágata com padrão de bandamento complexo; e) ágata orbicular; f) detalhe de uma placa de ágata mostrando inclusões pretas de óxidos de Fe e Mn ao longo das bandas de deposição; g) fotomicrografia de ágata obtida ao microscópio petrográfico (LP), mostrando o bandamento causado pela alternância de camadas de quartzo microcristalino 1 – fibroso e 2 – granular, seguido de 3 – quartzo macrocristalino.



Figura 3

Tingimento da ágata do RS. a) Processo de tingimento em que as amostras são colocadas dentro de tonéis aquecidos, com produtos químicos corantes; b) placas de ágata tingidas em diferentes cores.

Tabela 1. Principais características mineralógicas da ágata do RS

Características mineralógicas da ágata do RS	
Formas cristalinas, hábitos e agregados	Agregados micro a criptocristalino de quartzo. Agregados maciços, bandados concêntricos e/ou paralelos e complexos; agregados colomorfos.
Cor, pleocroísmo e fluorescência	Cor em várias tonalidades de cinza, cinza azulado, castanho, vermelho, branco e preto; mais raro azul e verde. Pleocroísmo não observado. As bandas de cores mais claras podem ser fracamente reativas (UVC) a reativas (UVL), emitindo luz em diferentes tons de verde, amarelo e violeta.
Transparência e brilho	Translúcida a semitransparente; opaca. Brilho resinoso a vítreo; fosca
Dureza (Mohs) e densidade	Dureza (D) = 6,5 a 7,0; Densidade (d) = 2,63 g/cm ³ (+0,02;-0,04)
Características ópticas	Polariscópio: anisótropa Refratômetro: No(n_o)=1,536 a 1,540; Ne(n_e)=1,540 a 1,544 Birrefringência=0,00 a 0,008 Caráter e sinal óptico: U (+)
Inclusões	Minúsculos cristais de quartzo e óxidos de Fe e Mn (por vezes dendríticos), podem acompanhar o bandamento.

3 | Ametista

Os principais depósitos de ametista estão situados no norte do RS, no Distrito Mineiro de Ametista do Sul, onde existem cerca de 500 garimpos ativos ou inativos distribuídos em oito municípios, com a maior produção concentrada em Ametista do Sul, Iraí, Planalto e Frederico Westphalen. Os garimpos são desenvolvidos no basalto inalterado, em galerias horizontais subterrâneas que podem ultrapassar 200 m de extensão e eventualmente em cavas a céu aberto [2]. O desmonte da rocha é feito com explosivos e os geodos extraídos manualmente com auxílio de martelos e talhadeiras ou com marteletes pneumáticos (figura 4).

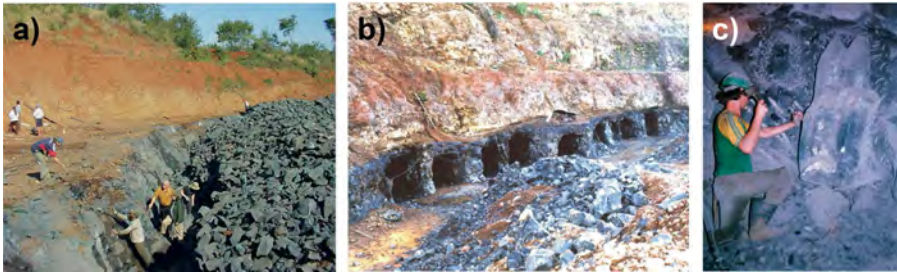


Figura 4

Garimpos de ametista no Distrito Mineiro de Ametista do Sul. a) Cava a céu aberto com extração de geodos mineralizados no basalto, após a retirada da camada de rocha intemperizada; b) galerias horizontais subterrâneas abertas no basalto inalterado; c) extração manual de um geodo bifurcado no interior de uma galeria subterrânea.

Nessa região são comuns as cavidades tubulares (geodos) com dimensões que podem chegar a 4 metros de comprimento (figura 5). Outros depósitos de ametista ocorrem entre Livramento e Quaraí. Em Caxias do Sul e na região entre Fontoura Xavier e Nova Bréscia foram identificados depósitos em rochas ácidas (riodacitos) [2, 6].

As principais características físicas e ópticas da ametista do RS estão descritas na tabela 2. Os geodos em geral estão parcialmente preenchidos por uma sequência de calcedônia/ágata, seguida de quartzo incolor a leitoso que grada progressivamente para ametista. Calcita, gipsita, quartzo rosa e barita podem ocorrer associados, em geral como fases minerais mais tardias. A ametista ocorre como cristais bem formados, com dimensões que variam desde 1 mm até cerca de 15 cm de comprimento. Os cristais têm um contorno hexagonal e são constituídos por um prisma e dois romboedros, um positivo e um negativo, como mostrado no cristal modelo da tabela 1. Como na maioria das vezes os cristais crescem perpendicularmente às paredes dos geodos, apresentam uma só terminação e geralmente exibem o hábito piramidal predominando sobre o prismático. A cor varia desde violeta muito claro até violeta escuro em diferentes tonalidades, mais intensa na parte apical dos cristais, sendo comum a zonação de cor (figura 6a) e a distribuição irregular de cor.

Parte da produção de ametista é submetida a tratamento térmico, que modifica a sua cor originando citrino, a variedade amarela de quartzo [7]. As cores obtidas variam de amarelo fraco até amarelo intenso, podendo alguns cristais exibir tonalidades castanhas e/ou avermelhadas (figura 5c).

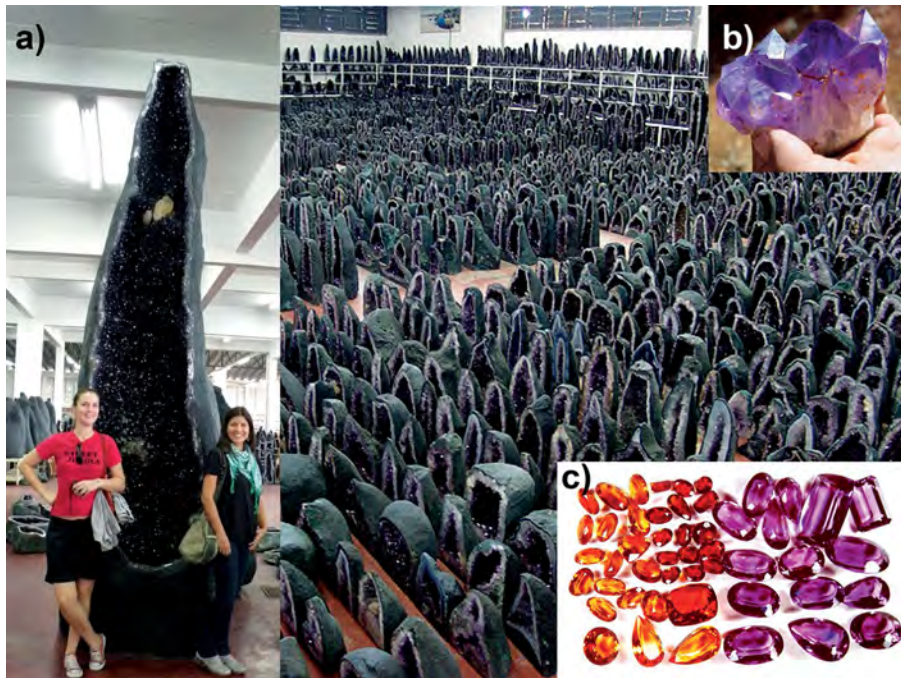


Figura 5

Ametista do RS, mostrando ao fundo geodos de ametista com diferentes dimensões, abertos e expostos para venda em uma loja em Soledade (RS); a) geodo parcialmente preenchido com ametista e alguns cristais de calcita tardia, com quase 4 m de altura; b) fragmento de um geodo de ametista mostrando o hábito piramidal e a variação de cor da base dos cristais (incolor/esbranquiçado) até a ponta (violeta); c) ametista e citrino (ametista tratada) lapidados.

As principais inclusões identificadas na ametista são marcas de crescimento como finas linhas paralelas às faces cristalinas, fraturas secas e cicatrizadas e inclusões cristalinas de goethita, calcita e calcedônia, além de inclusões fluidas monofásicas aquosas (figura 6). Estudos de inclusões cristalinas, de inclusões fluidas e de isótopos de oxigênio, indicam que esses depósitos se originaram por processos hidrotermais de baixa temperatura, posteriores ao vulcanismo Serra Geral, sendo as rochas vulcânicas as hospedeiras e não as geradoras desses depósitos de ametista [7, 8, 9].

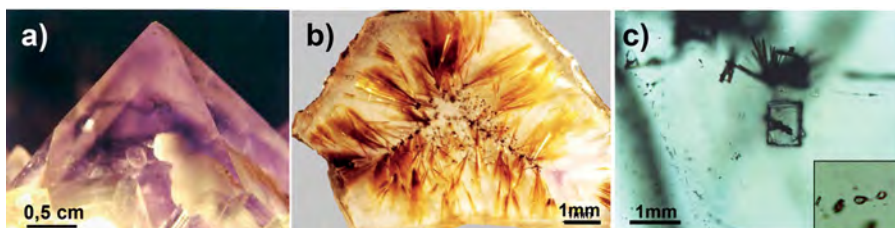
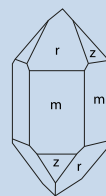


Figura 6

Inclusões na ametista. a) Ponta de um cristal de ametista mostrando zonação de cor e inclusões globulares de calcedônia; b) fragmento de um cristal de ametista, mostrando inclusões aciculares radiadas de cristais de goethita de cor castanho avermelhado a dourado; c) fotomicrografia de ametista vista ao microscópio gemológico, mostrando uma inclusão maior de calcita, inclusões aciculares radiadas de goethita envolvendo um grão de calcita e trilhas de inclusões fluidas; no destaque, uma parte dessa trilha indicando que as inclusões fluidas são monofásicas. Extraído de [7].

Tabela 2. Principais características mineralógicas da ametista do RS

Características mineralógicas da ametista do RS	
Formas cristalinas, hábitos e agregados	Um prisma hexagonal (m); dois romboedros, positivo (r) e negativo (z). Hábito piramidal a prismático curto. Cristais milimétricos a centimétricos euédricos a subédricos, em agregados irregulares a subparalelos.
Cor, pleocroísmo e fluorescência	Cor violeta claro a escuro, com zonação e distribuição irregular de cor. Mais raros cristais violeta com tonalidades rosadas, azuladas e cinzentas Pleocroísmo fraco a intenso em tons de violeta azulado a violeta avermelhado; e violeta rosado a azul violeta. Cristais inertes à UVL e UVC
Transparência e brilho	Cristais transparentes (romboedros) a translúcidos (prisma). Brilho vítreo; graxo em fraturas recentes.
Dureza (Mohs) e densidade	Dureza (D) = 7,0. Densidade (d) = 2,65 g/cm ³ (+0,02; -0,01)
Características ópticas	Polariscópio: cristais anisótipos. Refratômetro: No(ω)=1,540 e Ne(ϵ)=1,550 Birrefringência=0,010 Caráter e sinal óptico: U (+)
Inclusões	Marcas de crescimento; fraturas irregulares secas e cicatrizadas. Inclusões cristalinas de goethita, calcita e calcedônia. Inclusões fluidas primárias e pseudo-secundárias, monofásicas aquosas; raras bifásicas secundárias.



4 | Calcita

Dentre os minerais associados à ametista, a calcita é o mais comum, ocorrendo em geral como cristais bem formados com dimensões milimétricas a centimétricas crescidos sobre a ametista, indicando uma fase de cristalização mais tardia [2, 7]. Eventualmente ocorrem cristais de calcita depositados entre a ágata e o quartzo incolor ou entre os cristais de ametista e, ainda, incluídos na ametista (figura 6c).

A tabela 3 mostra as principais características físicas e ópticas da calcita do RS. As formas cristalinas identificadas são o prisma hexagonal, o romboedro e o escalenoedro, podendo ocorrer cristais com uma só terminação ou biterminados. Apesar das poucas formas cristalinas, os hábitos são bastante variados, sendo os mais comuns o romboédrico, o prismático (figura 7a) e a “calcita dente de cão”, quando o escalenoedro é alongado (figura 7b), como mostrado nos cristais modelo da tabela 3. Os cristais de calcita ocorrem geralmente como agregados irregulares, paralelos ou radiados. Podem ocorrer agregados de granulação muito fina em estruturas concêntricas ou recobrimdo grãos de quartzo e ocasionalmente agregados em roseta constituídos de cristais lenticulares. Pode ocorrer ainda pseudomorfose de quartzo sobre calcita e por vezes moldes de cristais de calcita preservados por quartzo de granulação muito fina.

As cores mais comuns são o incolor, branco, amarelo acastanhado, laranja e cinza. Ocasionalmente foram observados cristais com zonação de cor. A clivagem romboédrica é facilmente identificável nos cristais centimétricos e está presente mesmo nos cristais prismáticos ou escalenoédricos. O brilho é vítreo, mas pode ser perláceo nas faces de clivagem; por vezes as faces externas são embaçadas, o que dá um aspecto gorduroso aos cristais.

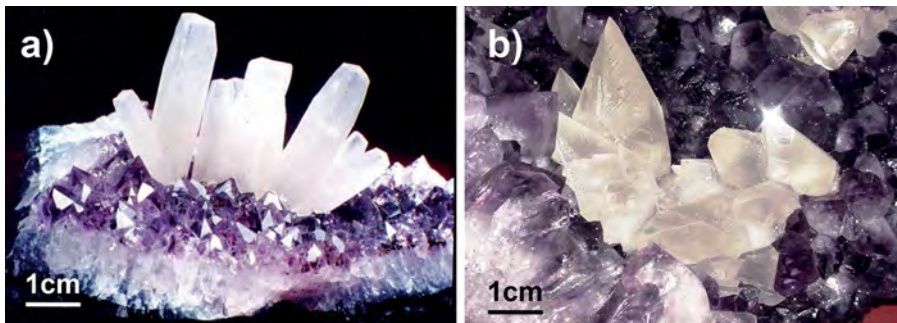
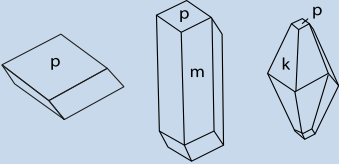


Figura 7
Cristais de calcita do RS, incolores a esbranquiçados, crescidos sobre ametista com a) hábito prismático e b) hábito “dente de cão”.

Tabela 3. Principais características mineralógicas da calcita do RS.

Características mineralógicas da calcita do RS	
Formas cristalinas, hábitos e agregados	<p>Prisma hexagonal (m) Romboedro (p) Escalenoedro (k)</p>  <p>Hábitos romboédrico, prismático e escalenoédrico (dente de cão); lenticular</p> <p>Cristais milimétricos a centimétricos, em agregados irregulares e radiados; agregados microcristalinos e em roseta. Moldes de calcita preservados por quartzo microcristalino e pseudo-morfose de quartzo e calcedônia sobre calcita. Clivagem em três direções. Geminação "cauda de andorinha" e "cauda de baleia" ocasionais.</p>
Cor, pleocroísmo e fluorescência	<p>Comum o incolor, branco, amarelo acastanhado, laranja e cinza. Ocasionalmente com zonação de cor. Pleocroísmo não observado. Inerte à UVC ou fracamente reativa emitindo cor verde claro; reação moderada a fraca à UVL, emitindo cor rosa avermelhado ou verde, em diferentes tonalidades.</p>
Transparência e brilho	<p>Cristais transparentes a translúcidos.</p> <p>Brilho vítreo em fratura recente, a perláceo nas superfícies de clivagem. As faces externas podem ser embaçadas, gerando um aspecto gorduroso.</p>
Dureza (Mohs) e densidade	<p>Dureza (D) = 3,0 Densidade (d) = 2,71 g/cm³</p>
Características ópticas	<p>Polariscópio: cristais anisótropos</p> <p>Refratômetro: No(ω)=1,658 a 1,680; Ne(ϵ)=1,480 a 1510 Birrefringência: 0,140 a 0,200 Caráter e sinal óptico: U (-)</p>
Inclusões	<p>Óxidos de Fe e de Mn.</p>

5 | Gipsita

Em dois garimpos localizados no Distrito Mineiro de Ametista do Sul (no município de Planalto), é extraída comercialmente gipsita hialina (variedade selenita), comercializada como gema ornamental ou de coleção. A gipsita ocorre em agregados paralelos ou irregulares de cristais prismáticos a tabulares sempre bem formados, com dimensões que variam

desde alguns centímetros até um metro de comprimento. A cristalização em geodos, as formas cristalinas perfeitas, a limpidez e as dimensões dos cristais, fazem com que esse seja um depósito único e excepcional desse mineral em todo o planeta [2].

A tabela 4 mostra as principais características mineralógicas da gipsita (variedade selenita) do RS, enquanto que a figura 8 mostra alguns exemplares desse mineral. Foram identificadas várias formas cristalográficas nos cristais de gipsita, que podem ser constituídos por 5 prismas monoclinicos e 3 pinacóides, como mostrado no cristal modelo da tabela 4. A clivagem em três direções está sempre presente e é facilmente identificada, o brilho dos cristais é vítreo, mas algumas faces podem estar embaçadas ou apresentar marcas de crescimento, que ocorrem como estrias verticais (figura 8b). Os cristais de gipsita são sempre muito límpidos, podendo conter nos seus bordos alguns cristais de quartzo, ametista ou calcita, incluídos durante a sua cristalização.

Estudos de isótopos de enxofre indicam que esse mineral se originou a partir de um episódio hidrotermal tardio, posterior ao que originou os depósitos de ametista e que aparentemente ainda está ativo atualmente [10].

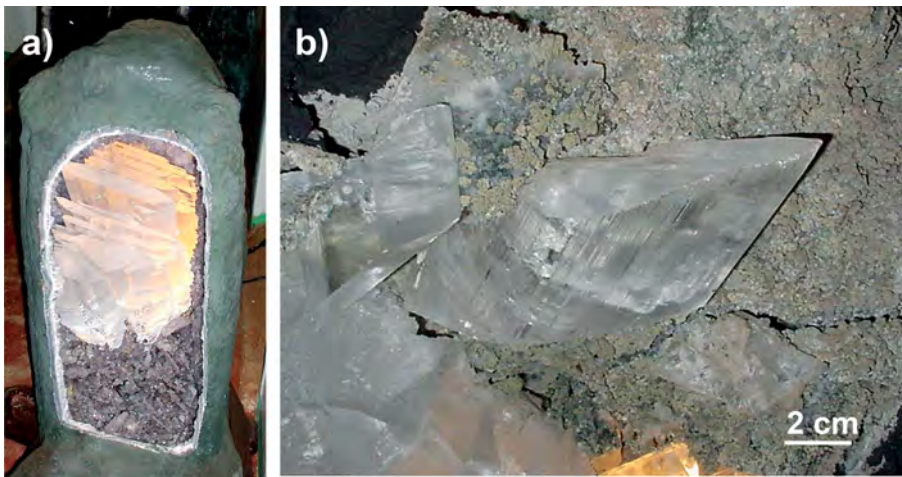
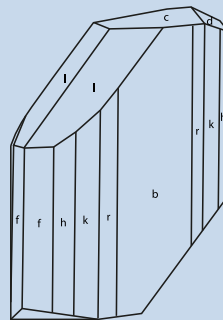


Figura 8

Gipsita (variedade selenita) do RS. a) Agregado paralelo de cristais tabulares de gipsita cristalizados dentro de um geodo com aproximadamente 1m de comprimento; b) cristais de gipsita em um fragmento de geodo, destacando-se o cristal mais ao centro, com as faces laterais estriadas verticalmente.

Tabela 4. Principais características mineralógicas da gipsita (variedade selenita) do RS.

Características mineralógicas da gipsita (variedade selenita) do RS	
Formas cristalinas, hábitos e agregados	<p>Prismas monoclínicos (f), (h), (k), (r), (l).</p> <p>Pinacóides (b), (c) e (d).</p> <p>Clivagem em 3 direções.</p> <p>Hábito prismático a tabular.</p> <p>Cristais euédricos decimétricos, em agregados paralelos a irregulares.</p>
Cor, pleocroísmo e fluorescência	<p>Cristais incolores. Não há pleocroísmo. Cristais inertes à UVL e inertes a fracamente reativos à UVC, podendo emitir luz esverdeada.</p>
Transparência e brilho	<p>Cristais transparentes, hialinos.</p> <p>Brilho vítreo; algumas faces podem ser embaçadas ou estriadas verticalmente.</p>
Dureza (Mohs) e densidade	<p>Dureza (D) = 2,0</p> <p>Densidade (d) = 2,31 g/cm³ (+0,01; -0,05)</p>
Características ópticas	<p>Polariscópio: cristais anisótropos</p> <p>Refratômetro: Np(α)=1,517 a 1,520; Nm(β)=1,521 a 1,527 Ng(γ)=1,527 a 1,529</p> <p>Birrefringência=0,009 a 0,010</p> <p>Caráter e sinal óptico: B (+)</p>
Inclusões	<p>Cristais de quartzo, calcita e ametista.</p> <p>Raras inclusões fluidas monofásicas e bifásicas aquosas.</p>



6 | Conclusões

Os quatro materiais gemológicos descritos neste capítulo – ágata, ametista, calcita e gipsita – constituem bens minerais estratégicos para o Rio Grande do Sul. A extração, beneficiamento e comércio desses minerais têm uma importância cada vez maior no desenvolvimento econômico e social de vários municípios do estado. Dessa forma, é também de importância cada vez maior o desenvolvimento de pesquisas geológicas e mineralógicas desses

materiais, buscando critérios de prospecção e de cubagem dos depósitos, bem como melhorar as técnicas de beneficiamento desses materiais gemológicos. O maior conhecimento científico desses bens minerais fará com que sejam mais conhecidos e valorizados no mercado nacional e internacional de gemas.

Agradecimentos

O autor agradece às seguintes instituições de auxílio à pesquisa pelo apoio financeiro aos vários projetos de pesquisa desenvolvidos no Laboratório de Gemologia da UFRGS e que geraram os dados aqui apresentados: PROPESQ-UFRGS, CAPES, FAPERGS e CNPq (em especial ao Projeto Universal 479848/2006-8).

Referências bibliográficas

- [1] JUCHEM, P.L., BRUM, T.M.M. , FISCHER, A.C., LICCARDO, A., CHODUR, N. L.; Potencial Gemológico da Região Sul do Brasil. In: Anais do I Seminário sobre Design e Gemologia de Pedras, Gemas e Jóias do Rio Grande do Sul. Editora da Universidade de Passo Fundo, RS. Disponível em: http://usuarios.upf.br/~ctpedras/sdgem/artigos/Art22_Juchem_FINAL.pdf
- [2] JUCHEM, P.L., STRIEDER, A.J., HARTMANN, L.A., BRUM, T.M.M., PULZ, G.M., DUARTE, L.C.; Geologia e mineralogia das gemas do Rio Grande do Sul; In: 50 anos de Geologia. Instituto de Geociências. Contribuições. 01. Editora Comunicação e Identidade, CIGO e IG-UFRGS, Porto Alegre, 2007.
- [3] WILDNER, W.; HARTMANN, L.A.; LOPES, R.C.; Serra Geral Magmatism in the Paraná Basin - A new Stratigraphic proposal, chemical stratigraphy and geological structures. In: Workshop - Problems in western Gondwana geology, I, 2007, Gramado, Brasil. Anais. Gramado, rgeotec. 8 p.
- [4] BRUM, T.M.M., JUCHEM, P.L., AGOSTINI, I.M., FIORENTINI, J.A.; Classificação da Água. In: Água do Rio Grande do Sul. Brasília, DF. Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM. Série Difusão Tecnológica 5(3): 37–63, 1998.
- [5] FRONDEL, C.; The System of Mineralogy of J.D. Dana & E.S. Dana, Yale University, 1837–1892 ed. 7 ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1962.

- [6] JUCHEM, P. L.; Depósitos de ametista em riodacitos nas rochas vulcânicas do Grupo Serra Geral no Rio Grande do Sul. In: Léo Afraneo Hartmann; Juliano Tonezer da Silva. (Org.). II Mostra de resultados de pesquisas aplicadas ao arranjo produtivo de gemas e joias do Rio Grande do Sul. 01ed. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, v. 1, p. 12-15, 2013.
- [7] JUCHEM, P. L.; Mineralogia, geologia e gênese dos depósitos de ametista da região do Alto Uruguai, Rio Grande do Sul. São Paulo, 225 p. (Tese- Doutorado) Curso de Pós Graduação em Geociências, programa de mineralogia aplicada. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1999.
- [8] FISCHER, A.C.; Petrografia e geoquímica das fases silicosas dos geodos mineralizados à ametista (região do Alto Uruguai, RS, Brasil). Porto Alegre, 159 p. (Tese-Doutorado) Programa de Pós Graduação em Geociências. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.
- [9] JUCHEM, P. L., HARTMANN, L. A., MASSONNE, H. J., THEYE, T.; Oxygen isotope composition of amethyst and related silica minerals in volcanic rocks from the Paraná Province, southern Brazil. In: XII Cong. Bras. Geoquímica, Ouro Preto, MG. Geochimica Brasiliensis. UFOP, v. único. p. 01-04, 2009.
- [10] JUCHEM, P. L., HARTMANN, L. A.; Isótopos de enxofre no Distrito Mineiro de Ametista do Sul, RS In: Anais XIII Congresso Brasileiro de Geoquímica, Gramado, RS. 1 CD-ROOM; CPGQ 04; T03; p.1183–1186, 2011.