

Aspectos Mineralógicos e Geológicos das Esmeraldas Brasileiras

Juarez Leal de Souza*

Júlio César Mendes**

Darcy P. Svisero***

ABSTRACT

This paper reviews the main occurrences of emerald in Brazil including the Mines of Itabira (Minas Gerais State), Santa Teresinha de Goiás (Goiás State) and Carnaíba / Socotó (Bahia State).

The Mine of Itabira is associated with schists which contain metaultramafic intercalations of biotite/phlogopite-, chlorite-, and tremolite/actinolite-schist, as well as pegmatoid and quartz veins from adjacent granitic rocks. X-Ray diffraction studies revealed mica, quartz, carbonete, feldspar, amphibole, apatite and ralstonite as crystalline inclusions. In addition, optical studies revealed a great amount of minute growth tubes parallel to the c-axis of the emerald and many cavities filled with two-, three-, or multiphase inclusions.

Emerald from Santa Teresinha de Goiás occurs in talc-schists of the Santa Teresinha sequence derived from metaultrabasic rocks. The origin of the beryllium is a controverted subject, but seems to be derived from surrounding granitic rocks. The beryl is usually idiomorphic and contains a great number of opaque and transparent clouds. Most of the clouds are related to crystalline inclusion of picotite, carbonate, talc, pyrite, chalcopyrite, pentlandite, mica, amphiboles, melanterite, dumortierite and patronite.

In Carnaíba/Socotó the emerald occurs in metaultrabasic rocks which are intercalated with quartzites of the Jacobina Group surrounding the Carnaíba Granite, and in the metabasic enclaves of the Campo Formoso Batholite. Mica (biotite/phlogopite) is the most frequent mineral inclusion in the emerald. Other crystalline inclusions are tremolite, carbonate, molybdenite, hematite, goethite, pyrite and emerald. Flake-like fluid inclusions and growth phenomena are present too.

1 - INTRODUÇÃO

O nome esmeralda veio até nós através do grego "smaragdos" e signifi-

ca "pedra verde": a origem do termo é um tanto duvidosa, tendo-se derivado provavelmente do persa ou do hindu antigo. Na antiguidade eram assim denominadas não somente a esmeralda, mas possivelmente todas as gemas verdes conhecidas. A esmeralda, por definição, é a variedade verde-grama do berilo ($\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$) cuja intensidade de cor é altamente dependente do teor dos elementos cromo, ferro e vanádio, os quais substituem o alumínio na estrutura cristalina. As suas principais propriedades físicas são a dureza relativa variando de 7 $\frac{1}{2}$ a 8, a densidade relativa cujo valor varia entre 2,65 a 2,78 e os índices de refração compreendidos entre 1,570 e 1,600 (Sinkankas, 1981, Webster, 1983). Embora a esmeralda seja um mineral de dureza relativamente alta, ela é pouco tenaz, uma vez que as substituições estruturais de cromo diminuem as forças de ligações entre os anéis de silício. Estruturalmente, o berilo é um mineral do sistema hexagonal, cuja estrutura cristalina foi determinada por Bragg e West (1926, in Sinkankas, 1981). É importante notar ainda que as características físicas da esmeralda, especialmente a densidade relativa, o índice de refração e a birrefringência, assim como o pleocroísmo, variam de jazida para jazida. As demais variedades do berilo são o heliodoro (amarelo), a água-marinha (azul), a morganita (rósea), a bixbita (vermelho-salmão) e a goshenita (incolor) (Schumann, 1982).

Por serem os berilos minerais acessórios comuns em veios graníticos de caráter pegmatítico, a formação da esmeralda está geralmente associada às fases finais de consolidação do magma granítico (fases pegmatítica, pneumatolítica e hidrotermal). A massa pegmatítica rica em Be, entrando em contato com rochas mais ou menos plásticas e ricas em cromo, possibilita a cristalização da esmeralda (Beus, 1966).

Uma análise comparativa entre os principais depósitos de esmeralda do

mundo revela que, sob o ponto de vista geológico, estes se manifestam com uma série de características praticamente idênticas com relação ao tipo de ocorrência, gênese, rocha encaixante e geologia regional.

No presente artigo são discutidas algumas das principais características mineralógicas e geológicas e ocorrências produtoras de esmeraldas no Brasil. Elas incluem as jazidas de Santa Teresinha de Goiás (GO), Itabira (MG) e o conjunto Carnaíba/Socotó (BA), além de outras ocorrências de menor relevância espalhadas pelo território nacional.

2 - A ESMERALDA NO BRASIL

Como aponta Sauer (1982 b), desde a descoberta o Brasil tem a sua história marcada pela trilha das pedras preciosas. Os portugueses que aqui aportaram em 1500 já alimentavam sua ambição com os tão sonhados tesouros, representados por ouro e pedras preciosas. As primeiras incursões pelo interior do Brasil, na busca dessas riquezas, tiveram início com as chamadas Entradas e Bandeiras, ocorridas por volta da segunda metade do século XVI. Em 1672, a aristocracia paulista se dispôs, pelos seus próprios recursos, a procurar riquezas minerais no interior da então colônia. Cabe lembrar aqui o nome de Fernão Dias Paes Leme como o mais importante dessa fase, iniciando, em 1674, a sua investida em busca da "terra das esmeraldas". Entretanto o famoso bandeirante na sua busca insana não encontrou o que procurava, mas, sim, turmalinas verdes.

* Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto – DEGEO/UFOP

** Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto – DEGEO/UFOP

*** Instituto de Geologia da Universidade de São Paulo – IG/USP

As ocorrências das verdadeiras esmeraldas só aparecem nas primeiras décadas do século XX, porém sempre desprovidas de interesse econômico. Brumado, na Bahia (ex-Bom Jesus das Meiras), constitui, possivelmente, a referência mais antiga de ocorrência de esmeralda no Brasil. Entre 1912 e 1913 foram descobertas esmeraldas de excelente qualidade no flanco ocidental do vale do Ribeirão Pirajá (Just, 1926, Cassedanne e Cassedanne, 1978, Sauer, 1982a, Cassedanne, 1984). Estas esmeraldas foram exploradas por meio de catas e poços abertos na eluvião. Outras antigas ocorrências são registradas, por exemplo, na Fazenda das Lajes (ou Itaberai), no Estado de Goiás (Leinz & Leonardos, 1959), descoberta em 1920; em Santana dos Ferros, no Estado de Minas Gerais (Cunha, 1961), descoberta também em 1920; na Fazenda dos Pombos, Bahia (Cassedanne, 1984), descoberta em 1950; e em Tauá, Ceará (Cassedanne et alii, 1979, Castelo Branco et alii, 1984, Cassedanne, 1984), descoberta em 1954. Em Minas Gerais, além de Santana dos Ferros, também foram encontradas esmeraldas em Aracuaí, Guanhanes, João Pinheiro, Sabinópolis, São José do Corutuba (Grão Mogol) e Juerana (Sauer, 1982b). Contudo nenhuma dessas ocorrências produziu pedras com qualidade e quantidade economicamente significativas.

A primeira descoberta de uma ocorrência de esmeraldas com importância comercial teve lugar em Salininha (Draper, 1963), no município de Pilão Arcado, na Bahia, em 1963. É digno de nota que o material ali descoberto não foi considerado de início como esmeralda propriamente dita. Conforme asseguram Sauer (1982 a) e Cassedanne (1984), o "Gemological Institute of America" foi a primeira instituição a reconhecer de fato, em agosto de 1963, esses berilos coloridos pela presença de vanádio como sendo verdadeiramente esmeraldas de qualidade gemológica. Em 1964, foi encontrada na serra da Jacobina, Bahia, uma série de ocorrências de esmeraldas, as quais são conhecidas, em seu conjunto, como jazidas de Carnaíba (Selig, 1965, Griffon et alii, 1967, Cassedanne & Cassedanne, 1974, Moreira & Santana, 1982, Couto & Almeida, 1982).

As descobertas das jazidas de Salininha e Carnaíba estabeleceram um novo período na história das gemas brasileiras, passando a esmeralda a ser, desde então, uma das gemas mais importantes comercializadas no mercado brasileiro. As outras ocorrências mais

recentes são representadas pela jazida de Itabira (Bastos, 1981), localizada nas proximidades da cidade homônima, em Minas Gerais, descoberta em 1978, pela jazida de Santa Teresinha de Goiás (Cassedanne & Sauer, 1984), descoberta em 1981, e, por último, pela jazida de Socotó, Bahia, descoberta em 1983. A grande potencialidade em termos produtivos dessas três jazidas, em especial a da jazida de Santa Teresinha de Goiás e a de Socotó, juntamente com as jazidas de Carnaíba, fez com que o Brasil passasse a ocupar, nos últimos anos, um lugar de destaque entre os principais produtores mundiais desta gema.

3 - A JAZIDA DE ITABIRA, MINAS GERAIS

A jazida de esmeralda de Itabira ou Mina Belmont está localizada na região central do Estado de Minas Gerais. O acesso principal, a partir de Belo Horizonte, é feito por meio de rodovia pavimentada até à cidade de Itabira, num percurso de aproximadamente 100 km, seguindo-se depois por cerca de 18 km

pela estrada não pavimentada que liga Itabira a Nova Era (MG-120). Esta jazida, descoberta acidentalmente em 1978 por um funcionário ferroviário, é minerada pela empresa Belmont Gemas Ltda., detentora do decreto de lavra concedido em junho de 1981. A lavra é executada a céu aberto, seguindo-se um planejamento racional para o aproveitamento da esmeralda.

3.1 - CONTEXTO GEOLÓGICO

A jazida de Itabira encontra-se em área ainda carente de trabalhos geológicos sistemáticos em escala de detalhe ou semidetalhe. Haja vista que o mapeamento USGS-DNPM, que dotou a região do Quadrilátero Ferrífero na parte central de Minas Gerais com a importante base geológica na escala de 1:25.000, não incorpora a referida região. Referências dessa jazida no contexto geológico local ou regional podem ser encontradas em Bastos (1981), Sauer (1982a), Cassedanne (1984), Mendes et alii (1985) e Hänni et alii (1987).

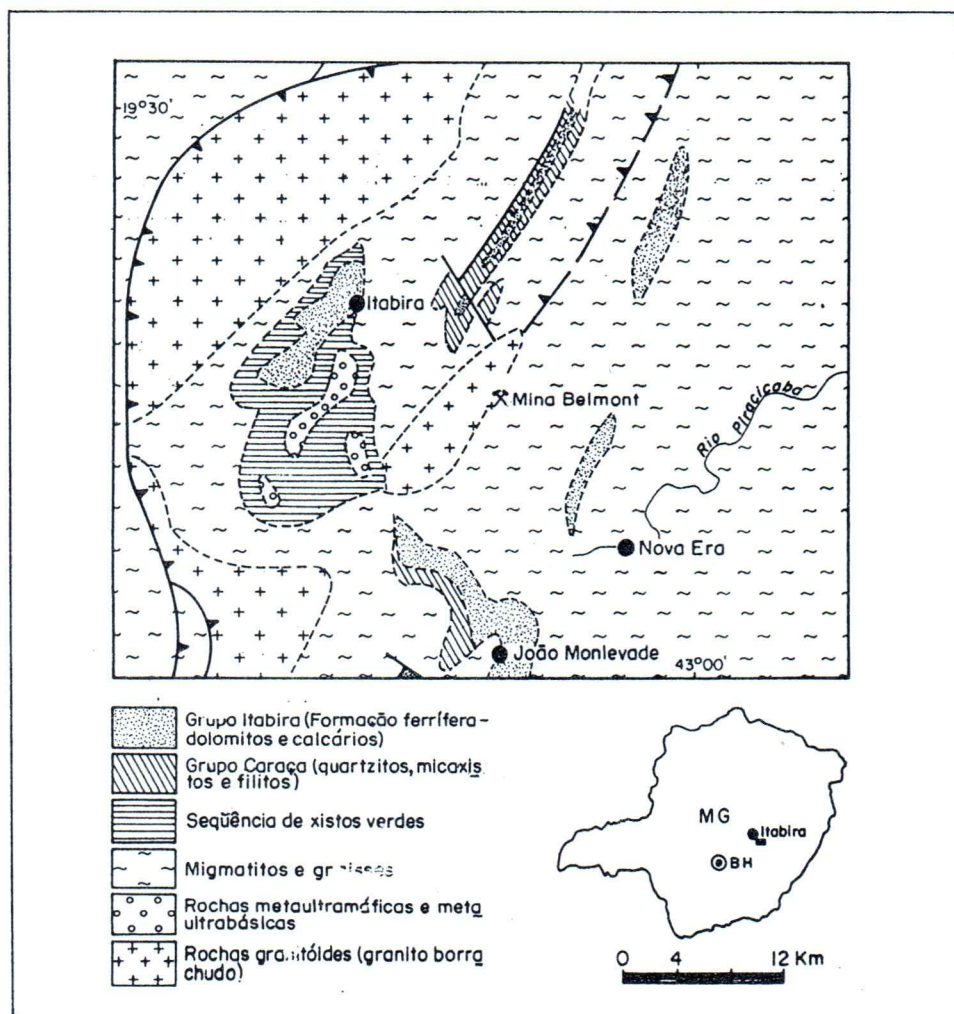


Figura 1 - Mapa geológico da região da jazida de esmeralda de Itabira, Minas Gerais (mod. de Schorcher e Guimarães, 1976).

A região da jazida de esmeralda de Itabira, observada em um contexto geológico regional, pode ser subdividida em várias unidades litoestratigráficas e litoestruturais importantes, identificadas, em escala maior, na parte meridional do Cráton do São Francisco. A Figura 1, adaptada de Schorscher e Guimarães (1976), representa um quadro da geologia regional básica, estando a jazida de Itabira situada praticamente na sua porção central. As unidades litológicas maiores são representadas pelo embasamento cratônico arqueano composto por terrenos gnáissico-migmatíticos de caráter pelimetamórfico e poligenético, incluindo rochas graníticas do tipo "granito Borrachudo"; pelo cinturão de rochas verdes arqueanas ("greenstone belt") do supergrupo Rio das Velhas; por metassedimentos do Proterozóico inferior pertencentes ao supergrupo Minas; e finalmente por metassedimentos do Proterozóico Médio, essencialmente quartzíticos, pertencentes ao supergrupo Espinhaço.

Localmente, a área da mina é caracterizada pela presença de mica-xistos pelíticos intemperizados com intercalações decimétricas a métricas de rochas metaultramáficas, representadas especialmente por biotita/flogopita-xisto, clorita-xisto e tremolita/actinolita-xisto. Ramificações pegmatóides de dimensões centimétricas a decimétricas preenchem, juntamente com massas ou veios de quartzo, pequenas falhas e fissuras nas rochas preexistentes. Conforme Sauer (1982a), os xistos e as metaultramáficas são intensamente dobradas, apresentando planos axiais de direção NNE-SSW e mergulho para oeste. As dobras são invertidas, apertadas e de pequena amplitude. Os veios pegmatóides consistem principalmente de quartzo e caulim, sendo encontrados preferencialmente nas proximidades do contato entre os xistos e as rochas gnáissicas/migmatíticas adjacentes a oeste.

3.2 - LAVRA E APROVEITAMENTO

A exploração da esmeralda de Itabira, inicialmente feita através de garimpagem até a concessão do decreto de lavra para a empresa Belmont Gemas Ltda., é realizada a céu aberto, contando com sistema de mecanização desde a extração até o beneficiamento final. A frente de lavra é realizada em uma área de aproximadamente 120x80 metros, por cerca de 6 metros de profundidade, utilizando-se máquinas escavadeiras para o trabalho direto sobre o corpo mineralizado. O xisto altamente decomposto favorece sobremaneira a

retirada mecânica do material esmeraldífero "in loco". O desmonte tanto do estéril, praticamente inexistente, quanto do material aproveitável, é feito por lâmina de trator, obedecendo ao método clássico de bancadas sucessivas. Esse material é depois transportado por intermédio de carregadeira pneumática para a usina de beneficiamento, o qual tem início com a lavagem prévia do conjunto para depois ser granulometricamente separado e finalmente "catado" em trabalho manual. Dados referidos por Sauer (1982a) e Cassedanne (1984) dão conta que as reservas, com cerca de 11 quilates por m³ de material, corresponderiam a um volume total de um pouco mais de um tonelada de esmeralda bruta.

3.3 - A ESMERALDA

A grande totalidade das esmeraldas de Itabira é encontrada sob a forma de pequenos fragmentos sem forma definida, geralmente, com dimensões entre 1 e 3 centímetros. Os cristais idiomorfos são constituídos por prismas relativamente longos (até cerca de 8 cm) e grossos, exibindo, por vezes, faces prismáticas bem desenvolvidas. A clivagem basal é pobre e confere às terminações dos cristais um aspecto ligeiramente serrilhado. As cores predominantes são verde ligeiramente azulado e o verde-grama, sendo menos frequente o verde ligeiramente amarelado, típico das graduações de melhor qualidade. Os índices de refração, obtidos pelo método de imersão empregando-se material de cor verde ligeiramente pálido, forneceram os seguintes valores: $n_e = 1,579-1,584$, $n_o = 1,584-1,588$ e $\Delta n = 0,004-0,006$. A transparência é classificada como semitransparente, podendo ser levemente afetada pela presença de inclusões tubulares paralelas e extremamente finas, dispostas na direção do eixo c do cristal, imprimindo um aspecto algo aveludado ou leitoso à gema lapidada. Este aspecto aveludado aparece preferencialmente quando a mesa da pedra lapidada é disposta paralelamente ao eixo c do cristal, ao passo que quando colocada perpendicularmente ao referido eixo a transparência é aumentada e a cor verde ligeiramente amarelada tende a predominar sobre o verde-azulado. Um fato importante que se verifica na produção global das esmeraldas dessa jazida é a percentagem relativamente alta de material de boa qualidade quando comparado com outros depósitos brasileiros e com a maioria das jazidas estrangeiras.

Inclusões: as esmeraldas de Itabira são caracterizadas por apresentar

um número relativamente pequeno de inclusões cristalinas. Determinações efetuadas por meio da difração de raios X (Souza & Svisero, 1987) indicaram a presença de mica (biotita / flogopita), quartzo e ralstonita entre as inclusões cristalinas presentes nessa esmeralda. Hänni et alii (1987), utilizando técnicas da microsonda eletrônica ou a difração de raios X, determinaram também, além da mica e do quartzo, tremolita, dolomita, andesina e apatita. Entretanto, como apontam Souza e Svisero (1987), a inclusão mineral mais frequente e notável é representada pela mica (biotita/flogopita), a qual se manifesta segundo duas gerações distintas e com várias tonalidades do marrom. A primeira geração, observada sob a forma de placas ou escamas de coloração acastanhada não orientadas, exibe contornos geralmente arredondados ou às vezes irregulares e, em alguns casos, apresenta feições que sugerem processos de dissolução, tratando-se, portanto, de uma inclusão protogenética. A segunda geração, por sua vez, caracteriza-se pela presença de cristais euédricos de contornos ligeiramente rômboicos ou hexagonais orientados paralelamente ao plano basal {0001} da esmeralda. Essa disposição orientada sugere uma classificação temporal singenética para esse tipo de mica.

Um outro grupo de inclusões, também muito importante nessas esmeraldas, é representado pelas inclusões fluidas. Destacam-se, sobretudo, os tubos de crescimento constituídos por minúsculos canaliculos preenchidos por duas ou mais fases, orientados na direção cristalográfica c. Por vezes aparecem, também, tubos de dimensões maiores, em quantidades variáveis, que acompanham os canaliculos. Conforme asseguram Schwarz e Mendes (1985a), o grupo mais interessante de inclusões nas esmeraldas de Itabira é, sem dúvida, formado pelas inclusões bifásicas e polifásicas que apresentam uma grande riqueza de formas e uma variação considerável de conteúdos. É válido salientar ainda a presença de fraturas de tensão de formas ligeiramente elipsoidais muito próprias dessas esmeraldas. Essas fraturas, geralmente apresentando em seu interior cavidades preenchidas por duas ou mais fases, desenvolvem-se segundo arranjos paralelos entre si e ligeiramente paralelos à face basal da esmeralda. As inclusões fluidas são encontradas, também, em cavidades bem delimitadas ou quase retangulares bem como no interior de cristais negativos. Fraturas e fissuras

não cicatrizadas ou preenchidas por material epigenético são, também, observadas.

Mineralização e gênese - A esmeralda da jazida de Itabira ocorre predominantemente associada aos xistos derivados de rochas metaultramáficas em locais de intensa percolação pegmatítica. Estes xistos, representados especialmente por biotita/flogopita-xisto, clorita-xisto e tremolita/actinolita-xisto, constituem intercalações decimétricas a métricas associadas a micaxistos pelíticos e anfibolitos, altamente intemperizados. A área mineralizada ocorre nas proximidades do contato entre os xistos e as rochas gnáissicas estéreis a oeste. A formação da esmeralda, neste caso, está intimamente associada à interação química ocorrida entre a fase pegmatítica berilífera (representada pelos veios

pegmatóides) e as rochas metaultramáficas portadoras dos elementos cromóforos (cromo, ferro e vanádio). A percolação dos veios pegmatíticos nestas rochas promove, pelo efeito metasomático de contato, a transferência do elemento berílio e a cristalização da esmeralda nas auréolas de alteração das rochas metaultramáficas, aqui representadas principalmente pelos biotita/flogopita-xistos, clorita-xistos e tremolita/actinolita-xistos. A cor verde-grama da esmeralda, a exemplo do que se verifica em outros locais (Fersman, 1929), é uma consequência da incorporação na sua rede cristalina de ínfimas quantidades de cromo, ferro e vanádio existentes na hospedeira metaultramáfica.

4 - A JAZIDA DE SANTA TERESINHA DE GOIÁS

A jazida de esmeralda de Santa Teresinha de Goiás está localizada a 330 km a noroeste de Brasília e cerca de 303 km ao norte de Goiânia. A região dos garimpos dista aproximadamente 21 km a NE da cidade homônima, cujo acesso pode ser feito a partir da rodovia Belém-Brasília, via Hidrolina ou Pilar de Goiás. A descoberta da jazida ocorreu acidentalmente, em 1981, quando da abertura de uma estrada rural na região mineralizada.

4.1 - CONTEXTO GEOLÓGICO

Conforme mostra a Figura 2, a geologia da região dos garimpos de Santa Teresinha de Goiás é marcada por uma sequência de três conjuntos tectônicos distintos. Seguindo uma disposição aproximadamente de SW para NE, tem-se um conjunto de rochas de baixo grau metamórfico constituído de clorita-xistos, talco-xistos e sericita-xistos, onde estão localizadas as mineralizações esmeraldíferas da região. Na porção leste da área aparece um complexo gnáissico-anfibolítico contendo gnaisses, anfibolitos calcossilicatados e cianita-xistos. Finalmente, na porção NW tem-se um complexo granítico-gnáissico, que, por sua vez, é cortado por um batólito granítico a oeste (Ribeiro & Sá, 1983).

Souza e Neto (1984) denominaram a sequência de xistos cloríticos e ultrabásicos da área do garimpo de sequência Santa Teresinha. Esta sequência é representada por um conjunto de rochas de baixo grau metamórfico, cujas "facies" mais comuns são clorita-quartzo-xistos, sericita-quartzo-xistos e talco-xistos. Esse conjunto estende-se das imediações da cidade de Santa Teresinha de Goiás, para norte e nordeste, na forma de uma faixa estreita, bordejada por sequências de alto grau metamórfico a SW, SE e NW, ficando em aberto a NE, na região do Rio dos Bois. Do ponto de vista econômico, as rochas mais importantes da área são os talco-xistos, visto serem o metalotecto das mineralizações de esmeralda até agora conhecidas. Os talco-xistos são rochas de coloração verde-clara, quando em estado fresco, passando a amarelada com o avanço do intemperismo. Exibem uma sedosidade peculiar ao tato, granulação fina, estrutura foliada e textura lepidoblástica. Podem conter, ainda, quantidades variáveis de clorita, dando a impressão de que existe uma gradação completa entre os clorita-xistos puros e os talco-xistos puros. Ocorrem como

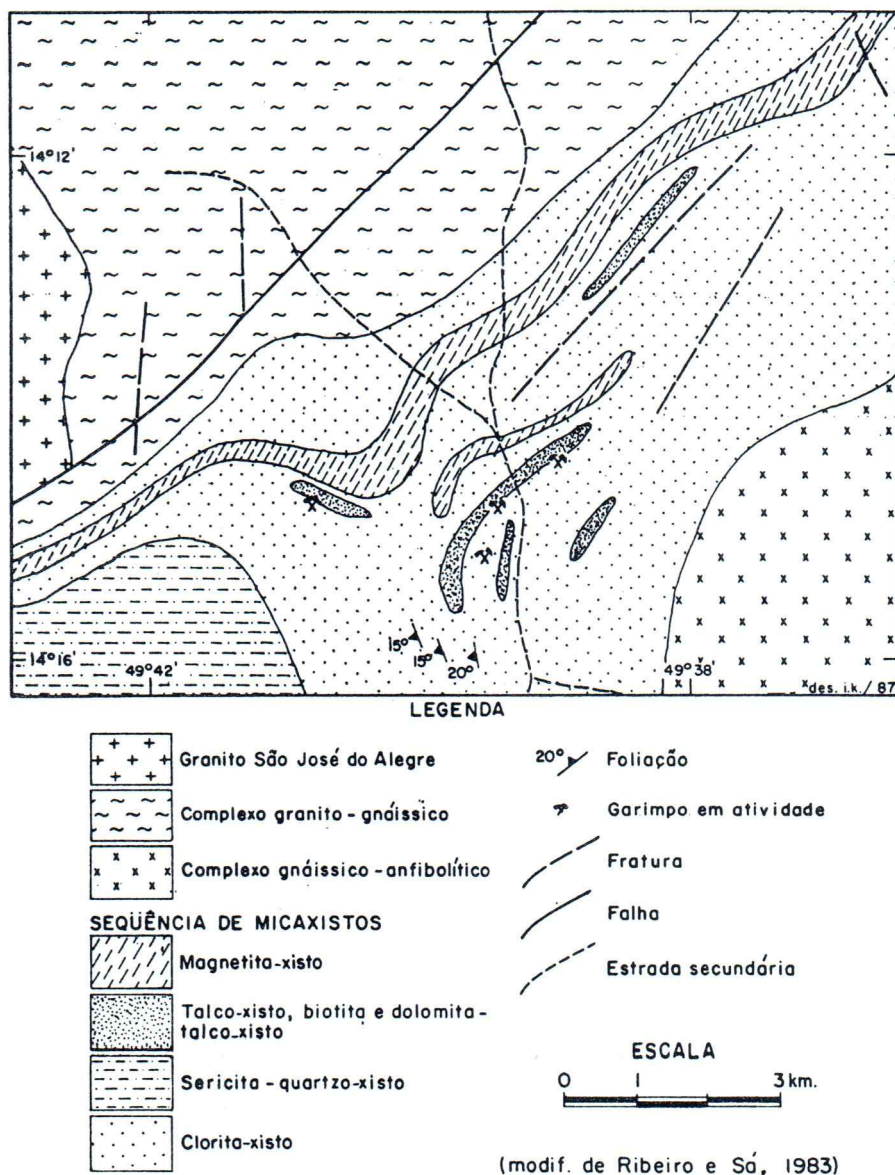


Figura 2 - Mapa geológico da região dos garimpos de Santa Teresinha de Goiás.

camadas e lentes e não estão restritos a um nível estratigráfico específico (Mendes & Schwarz, 1985).

4.2 - LAVRA E APROVEITAMENTO

A atividade garimpeira desenvolveu-se, inicialmente, nas coberturas eluviais, através da abertura de poços rasos e trincheiras. Posteriormente, para se chegar aos horizontes mineralizados de talco-xistos, foram feitos poços verticais. Ao atingir esse nível, são abertas galerias estreitas e irregulares. O transporte do xisto mineralizado até a superfície é feito em caçambas de borracha puxadas por guinchos elétricos. A separação da esmeralda é feita por desagregação e lavagem do xisto em batedores que são cilindros de aço de 1,0m de diâmetro por 2,0 m de altura, munidos de uma hélice na parte inferior, acionada por um motor elétrico. O movimento mecânico das hélices desagrega o xisto liberando a esmeralda que é retirada do recipiente juntamente com o rejeito, através de uma abertura na base do cilindro.

4.3 - A ESMERALDA

O garimpo de Santa Teresinha de Goiás é considerado o maior produtor de esmeralda do mundo na atualidade. De um modo geral, suas gemas são muito bem cristalizadas, apresentando uma coloração verde-intensa, índices de refração que variam de 1,586 a 1,596, com birrefringência geralmente em torno de 0,008, e hábito comumente hexagonal e às vezes tabular. Entretanto, um dos problemas das pedras deste garimpo é a grande quantidade de inclusões de coloração escura denominadas popularmente pelos garimpeiros de carvões. Apesar de a esmeralda produzida possuir excelente aceitação comercial, não existe ainda um reconhecimento internacional desse "status" motivado, talvez, pela falta de tradição das nossas jazidas. Além disso, o comércio e a lapidação da esmeralda são ainda pouco desenvolvidos em nosso país.

Inclusões – As inclusões predominantes na esmeralda de Santa Teresinha de Goiás são minerais que se apresentam em quantidade e variedade não observadas nas esmeraldas de outras jazidas brasileiras. Entre as inclusões descritas nos últimos anos, podem ser citadas a picotita, os carbonatos, a pirita, o talco e as micas (Schwarz & Mendes, 1985a). A picotita, mineral de fórmula (Mg, Fe) (Al, Cr, Fe)₂O₄, é a inclusão mais freqüente, tendo sido determinada por Hänni e Kerez (1983) por meio de microsonda eletrônica. Miyata et alii (1987) determinaram, também, por mi-

crossonda eletrônica, magnésio-ferrita, pirita e mica, possivelmente biotita. Carbonatos (dolomita e magnesita) ocorrem em menor quantidade do que a picotita. Variam muito em sua forma de apresentação, desde pequenos cristais distribuídos irregularmente até concentrações maiores em algumas regiões da gema. Via de regra, apresentam-se com forma romboédrica bem desenvolvida. O talco aparece em grande quantidade sob a forma de escamas ou fibras transparentes. Os cristais de mica (biotita/flogopita) podem-se apresentar individualmente, ou mais raramente na forma de agregados irregulares, às vezes com coloração marrom-intensa. Outras inclusões minerais parecem ocorrer intimamente associadas entre si, dificultando a separação e, conseqüentemente, a identificação precisa da sua natureza. Nesses casos, a identificação só pôde ser efetuada a partir de diagramas de raios X obtidos dessas misturas. Entre as fases identificadas seguindo-se esse procedimento, Mendes e Svisero (1988) citam anfibólios (ferro-pargasita e cummingtonita/antofilita), melanterita, dumortierita e patronita.

Outro aspecto particular da esmeralda de Santa Teresinha de Goiás são as inclusões fluidas, numerosas e variadas, porém só observáveis a aumentos acima de 100 vezes. Apresentam-se na forma de canais aciculares, canaliculos irregulares, cavidades quadráticas e retangulares, gotas e outras formas menos definidas. De um modo geral, apresentam-se dispostas ao longo de linhas ou então formando concentrações no seio da esmeralda. A maior parte são bifásicas do tipo líquido-gás, ocorrendo também trifásicas e polifásicas diversas, inclusive o tipo sólido-líquido-gás.

Mineralização e gênese – Os controles de mineralização dos depósitos esmeraldíferos de Santa Teresinha de Goiás são litológicos e estruturais. Do ponto de vista litológico, o metalotecto é representado por camadas ou lentes de rochas metaultrabásicas, referidas, genericamente, como talco-xistos ou simplesmente xistos no linguajar dos garimpeiros. O controle estrutural é representado pelos fraturamentos secundários, por onde ascenderam as soluções mineralizantes. Outro tipo de controle estrutural é o conhecido pelos garimpeiros como "canoões" onde a mineralização está associada a monoclinais com caimento de 30° a 40° para NW. Nesses monoclinais (canoões)

têm-se maiores possibilidades de quebra, favorecendo o surgimento de fraturas que desenvolveram os maiores e melhores depósitos de esmeralda.

A fonte do berílio nessa jazida é controversa, podendo não ser pegmatítica como em Itabira, Socotó e Carnaíba. Ela pode estar relacionada a uma remobilização anatética do complexo basal goiano ou ligada a derrames ácidos, associados a uma seqüência "greenstone belt". A fonte do Cr e do V, conforme Costa (1986), está ligada a derrames ultramáficos relacionados com essa mesma seqüência "greenstone belt". A rocha encaixante é representada por talco-xistos e biotita-xistos (biotititos), onde os minerais mais comuns, além do talco e da biotita, são a clorita, os carbonatos, a pirita, o quartzo em veios e os cristais opacos. A esmeralda ocorre associada a veios carbonatados, a talco-clorita-xistos carbonatados e a bolsões de biotita-xistos (biotititos). Veios quartzosos são abundantes, mas veios feldspáticos não foram observados.

5 - A JAZIDA DE CARNAÍBA / SOCOTÓ, BAHIA

A mina de Carnaíba, descoberta em 1964, está situada no município de Pindobaçu, cerca de 30 km ao sul da cidade de Campo Formoso, no Estado da Bahia. A região da mina corresponde a uma série de garimpos espalhados sobre uma área de algumas dezenas de quilômetros quadrados no flanco ocidental da serra da Jacobina. O garimpo de Socotó, por sua vez, descoberto, em 1963, por um garimpeiro da região de Carnaíba, localiza-se a 30 km a nordeste de Campo Formoso, também na serra da Jacobina.

5.1 - CONTEXTO GEOLÓGICO

Segundo Couto (1983), na área do garimpo de Carnaíba (Fig. 3), as elevações da serra da Jacobina são sustentadas por quartzitos de granulação fina a média pertencentes à formação Rio do Ouro (Grupo Jacobina). O conjunto apresenta feição estrutural de antifórme, cujo núcleo foi ocupado por um corpo granítico de características intrusivas (granito de Carnaíba). Essa rocha granítica apresenta composição mineralógica que se encaixa na faixa de leucotonalito a muscovita-leucogranito, variando para biotita-granito ou simplesmente granito. Rochas metaultrabásicas geralmente serpentinizadas, portadoras das mineralizações de esmeraldas, ocorrem em faixas intercaladas nos quartzitos acompanhando os seus dobramentos ou como enclaves no corpo granítico.

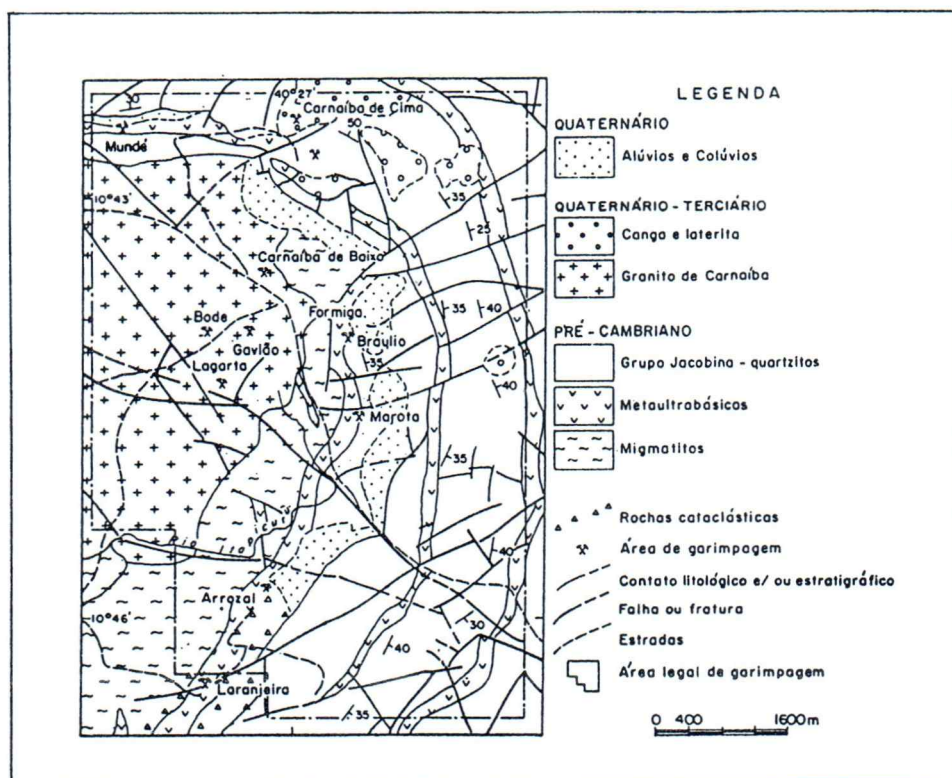


Figura 3 - Mapa geológico da região dos garimpos de Carnaíba - BA (modificado de Couto, 1983)

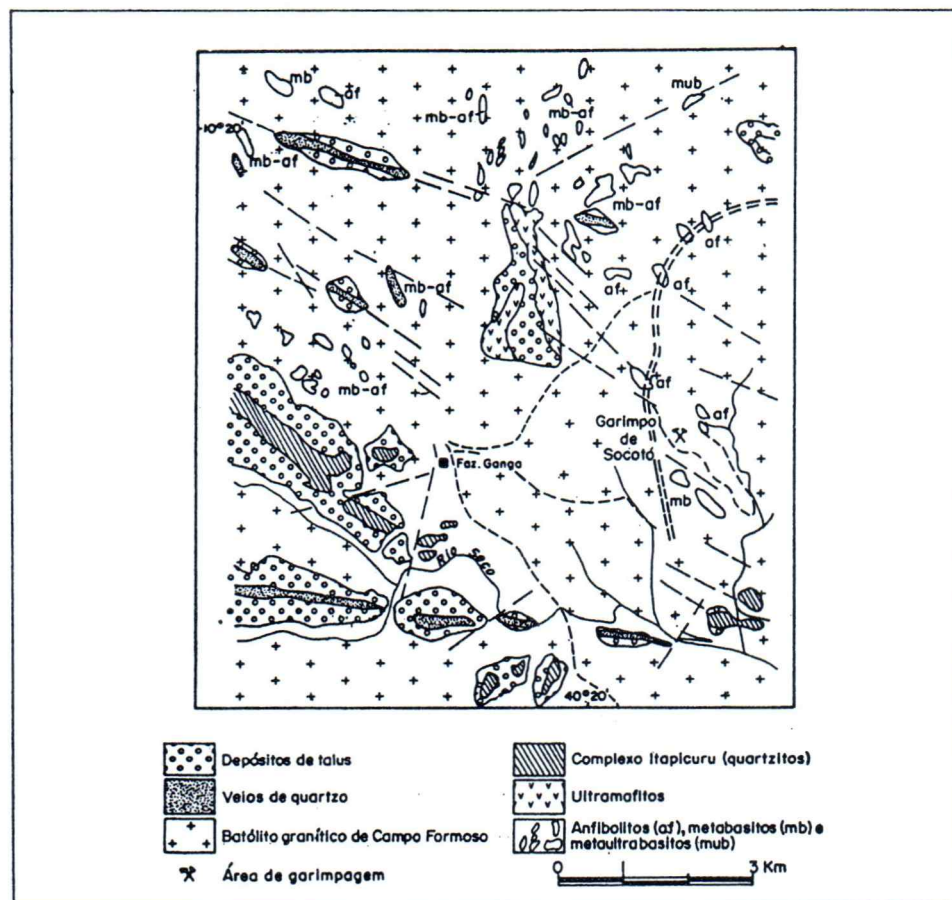


Figura 4 - Esboço geológico da região dos garimpos de Socotó, BA (modificado de Couto, 1984)

Em Socotó, um complexo de rochas predominantemente graníticas (batólito de Campo Formoso) ocupa uma área semicircular de aproximadamente 700 km², com variações para tipos petrográficos definidos como adamelitos a granodioritos (Fig. 4). Segundo Couto (1984), na parte norte deste corpo, existe uma diversidade de tipos petrográficos, onde são identificados desde quartzitos relacionados com metassedimentos que compõem a serra da Jacobina até anfibolitos, metabasitos e metaultrabásitos, em geral serpentinizados, além de manifestações pegmatíticas. Esses corpos básicos e ultrabásicos, considerados como a rocha encaixante da esmeralda, ocorrem intercalados nos quartzitos do Grupo Jacobina e como enclaves no batólito de Campo Formoso (Fig. 4). A área de garimpagem de Socotó apresenta condicionantes geológicas similares aos de Carnaíba, guardando, portanto, potencialidade para abrigar depósitos de esmeralda nas intercalações básicas e ultrabásicas adjacentes ao corpo granítico, capazes de repetir ou até mesmo ultrapassar a produção até agora verificada em Carnaíba, tendo em vista que somente os enclaves são lavrados na atualidade.

5.2 - LAVRA E APROVEITAMENTO

Os trabalhos iniciais na região de Carnaíba eram feitos por meio de garimpagem a céu aberto. Com o passar do tempo os garimpeiros dominaram a técnica de abertura de poços profundos e de galerias, instalando na região os trabalhos subterrâneos. Em Carnaíba e Socotó os métodos de trabalho são idênticos aos de Santa Teresinha de Goiás. O trabalho subterrâneo é executado por meio de escavações em poços e galerias (grunas), os quais têm a finalidade de dar acesso aos veios mineralizados em esmeralda. O desmonte do material é feito manualmente com a utilização de picaretas, ponteiros e alavancas, ou com o auxílio de explosivos. O transporte nos poços é realizado através de caçambas fabricadas com pneumáticos, içadas por guinchos elétricos ou sarilhos manuais. Como em Santa Teresinha, nesses dois garimpos, a organização dos trabalhos é mantida pelos "donos de serviço", que são pessoas detentoras de capital para manter a lavra em andamento e pagar os garimpeiros semanalmente pelos dias trabalhados, além de terem uma participação na produção de esmeralda. O garimpo de Carnaíba contém ainda mineralizações de molibdenita na forma de massas geralmente compactas, dissemina-

das erráticamente no material xistoso. Essa molibdenita, subproduto da extração da esmeralda, é entregue aos garimpeiros que trabalham como diaristas, constituindo uma complementação de seus ganhos.

5.3 - A ESMERALDA

Atualmente o Brasil é considerado um grande produtor de esmeralda, talvez um dos mais importantes, se levarmos em conta o montante da produção e a qualidade das nossas pedras. A posição brasileira adquiriu importância a partir da descoberta da jazida de Carnaíba no ano de 1964, a qual se revelou uma grande área produtora de esmeraldas.

De um modo geral, a esmeralda de Carnaíba/Socotó é mais limpa do que a de Santa Teresinha de Goiás, pelo fato de a rocha encaixante daquela não apresentar uma abundância em minerais opacos. Entretanto possui uma nebulosidade esbranquiçada e, além disso, a tonalidade do verde (verde-grama) é menos intensa do que aquela observada na jazida goiana.

Inclusões - Entre as inclusões mais comuns nas esmeraldas de Carnaíba, ocorrem flocos ou estrelas que aparecem na luz transmitida com uma coloração variando de castanha até preta. Com um aumento de 200x no microscópio gemológico, estas estruturas apresentam-se compostas por cavidades monofásicas ou bifásicas do tipo líquido-gás (Schwarz, 1984). Inclusões cristalinas são relativamente raras nessas esmeraldas. A inclusão mais comum é a mica (biotita/flogopita), constituindo desde cristais sob a forma de ripas até placas finas com contornos pseudo-hexagonais. Além de micas, ocorrem também cristais de turmalina, albita, lepidocrocita e molibdenita (Schwarz & Mendes, 1985b). Marcas de crescimento são muito comuns nessas esmeraldas.

Inclusões minerais são mais frequentes nas esmeraldas de Socotó do que nas de Carnaíba. Em Socotó ocorrem, além da mica, cristais de tremolita, carbonatos, molibdenita, hematita/goethita, pirita, esmeralda e outros opacos. A mica ocorre na forma de chapas e, em menor frequência, como placas hexagonais transparentes de dimensões reduzidas. Mais ou menos com a mesma frequência da mica, e muitas vezes junto com ela, observa-se também tremolita acicular ou sob a forma de bastonete transparente e quase incolor. As inclusões minerais consideradas mais interessantes nas esmeraldas de Socotó são cristais prismáticos de es-

meralda, bem desenvolvidos, apresentando uma orientação quase paralela ao eixo c do cristal hospedeiro. Os carbonatos ocorrem na forma de grãos pequenos irregulares formando agrupamentos planares. A turmalina, da mesma forma que nas esmeraldas de Carnaíba, é uma inclusão rara nas pedras de Socotó. A molibdenita, que faz parte das inclusões mais raras, apresenta-se em placas hexagonais mostrando na luz refletida reflexos cinza-prateados típicos. A hematita, quase sempre alterada em goethita-limonita, ocorre na forma de flocos pretos ou "borrões de tinta", enquanto a lepidocrocita é reconhecida por seus cristais de forma esquelética de coloração avermelhada.

Mineralização e gênese - Conforme assegura Couto (1983), as mineralizações de Carnaíba e Socotó guardam similaridade com as jazidas do complexo pegmatítico de Gravelotte-Mica situadas no Cráton do Kaapvaal, onde as esmeraldas estão condicionadas em zonas pegmatíticas intrusivas nos micaxistos próximos a corpos plutônicos de composição granítica. As ações metassomáticas desses corpos pegmatíticos nas ultramáficas propiciaram a formação da esmeralda. Os filões contendo berilo e/ou esmeralda apresentam núcleos de quartzo envolvidos por flogopita/biotita-xistos, que passam gradativamente para serpentinitos. Estruturalmente foram definidos dois tipos principais de filões: um tipo relacionado com fraturas e outro com veios de contato entre a rocha serpentinitica e os quartzitos. Tem-se, portanto, em Carnaíba e Socotó, o tipo clássico de jazimento de esmeralda, isto é, onde o berilo provém de pegmatitos graníticos que cortam rochas metaultramáficas, geralmente representadas por flogopita/biotita-xistos e serpentinitos, provenientes de intrusões peridotíticas e lavas ultramáficas. As rochas fornecedoras dos elementos cromóforos são as ultramáficas, sendo as encaixantes da esmeralda representadas por flogopita/biotita-xistos e/ou serpentinitos.

6 - OUTRAS OCORRÊNCIAS

Além das jazidas anteriormente descritas, consideradas como as principais fontes produtoras de esmeralda no Brasil nos dias de hoje, merecem ainda destaque outras pequenas ocorrências, cujas descobertas são revestidas de interesse histórico ou, às vezes, providas de importância comercial. Dentre elas, são dignas de nota algumas descobertas ocorridas em Goiás, Minas Gerais, Ceará e Bahia.

Fazenda das Lajes ou Itaberaí, Goiás - Esta jazida está localizada a 14 quilômetros da cidade de Goiás, cuja descoberta ocorreu por volta de 1920. A região da jazida está encravada na serra das Lajes, composta litologicamente por intercalações de talco-xistos, clorita, xistos, actinolita-xistos e mais raramente quartzitos, sendo todos de Idade Pré-Cambriana (Sauer, 1982a). O garimpo da esmeralda ocorre em uma concentração eluvial argilosa com seixos angulosos de xistos alterados e concentrações de limonita e pirita oxidada. A produção foi sempre insignificante e comercialmente de pouca importância, chegando, todavia, a atingir 15 quilogramas em 1966. A percentagem de material gemológico é muito reduzida, devido à alta concentração de inclusões. As gemas, cujas cores variam do verde claro ao verde-amarelado-escuro, representam ao máximo 1/100 da produção. As principais inclusões são representadas por romboedros de carbonato, cubos de pirita frequentemente limonitizada, agulhas de rutilo, palhetas de talco e mais raramente de biotita, e por inclusões bifásicas do tipo líquido-gás contidas em cavidades quadrangulares ou alongadas.

Santana dos Ferros, Minas Gerais - Esta ocorrência está localizada na serra das Esmeraldas, Fazenda Bom Sossego, a 2 quilômetros do arraial de Esmeraldas no município de Santana dos Ferros. Apesar de ser conhecida desde 1920, essa ocorrência tem sido lavrada de forma muito irregular e superficial, em vista do seu tamanho reduzido e da baixa qualidade das esmeraldas encontradas. Neste local tem-se um nível de biotita-xisto em contato com pequenas lentes de pegmatito alterado, estando todos incluídos em rochas gnáissicas. As esmeraldas encontradas sempre encravadas no quartzo de uma massa de biotita-quartzo, apresentam-se geralmente muito fraturadas e com baixo interesse comercial (Sauer, 1982a, Cassedanne, 1984).

Fazenda Boa Esperança, Tauá, Ceará - A ocorrência de esmeralda da Fazenda Boa Esperança localiza-se no município de Tauá, na região centro-oeste do Estado do Ceará. Desde a sua descoberta, em 1954, o local tem sido explorado de forma esporádica, estando as atividades de garimpagem paralisadas desde 1973. A área do depósito está encaixada em uma série de rochas metamórficas de alto grau, predominando gnáissicos e migmatitos de Idade Pré-Cambriana (Cassedanne et alii, 1979, Sauer, 1982a, Castelo Branco et alii,

1984). Localmente predominam flogopita-tremolita-xistos, micaxistos, anfibolitos, lentes aplíticas e pegmatíticas com aproximadamente um metro de espessura. As lentes pegmatíticas são compostas essencialmente por quartzo, feldspato e apatita, estando presentes ocasionalmente, também, afrisita e traços de bismuto (Sauer, 1982a, Casse-danne, 1984).

As esmeraldas são encontradas geralmente no contato das lentes pegmatíticas com as encaixantes xistosas e mais raramente no interior dos próprios pegmatitos. Conforme asseguram Castelo Branco et alii (1984), as esmeraldas de Boa Esperança deixam muito a desejar no que se refere ao aspecto da cor, pureza e grau de cristalinidade. As principais inclusões cristalinas são representadas por micas de contorno hexagonal e hexagonal deformado, anfibólio esverdeado semelhante a bambu (tremolita/actinolita), placas escuras de hematita de tonalidade ligeiramente azulada, dentre outras.

Salininha, Bahia - Essa jazida, conhecida também como Pilão Arcado, foi descoberta em 1963 e está localizada a WSW de Juazeiro, no NW do Estado da Bahia, estando atualmente submersa pelas águas da barragem de Sobradinho. A descoberta desta ocorrência de esmeralda foi, para o Brasil, de uma importância histórica relevante. Resolveu definitivamente a questão referente à aceitação do elemento vanádio como um agente corante para as esmeraldas e marcou o início da produção brasileira de esmeraldas de importância verdadeiramente comercial.

Os trabalhos de escavação ao longo do contato de um pegmatito caulizado encaixado em talco-xistos e gnaisses permitiram a retirada de algumas centenas de quilogramas de esmeraldas durante um período de um ano, antes da sua exaustão. Conforme assegura Sauer (1982a), os cristais de esmeralda eram encontrados, quase sempre, como prismas hexagonais "biterminados" perfeitos, inclusos na massa de talco resultante da decomposição dos xistos. A cor varia das tonalidades bem claras até um verde-escuro-médio ligeiramente amarelado. As inclusões mais características são representadas por romboedros de calcita, nuvens leitosas amorfas e inclusões fluidas bifásicas.

Pirenópolis, Goiás - A esmeralda dessa localidade foi descoberta em 1977 e ocorre nos biotititos que bordejam a parte sul do corpo granítico-gnaissico da Fazenda Raizama, a 18 km a NW de

Pirenópolis. Conforme Araújo e Leonardos (1986), a esmeralda ali encontrada é de coloração verde-escura, de boa qualidade, onde o cromo em torno de 2.500 ppm é o principal cromóforo. Ela ocorre em cristais hexagonais de 0,1 a 0,5 cm de diâmetro e comprimento de até 1,5 cm, sendo que os prismas acompanham as superfícies das microdobras de crenulação dos biotititos. Ainda, segundo os referidos autores, a formação dessa esmeralda é resultante de processos metassomáticos que acompanharam a greisenização dos talco-xistos que ocorrem intercalados aos micaxistos e quartzitos considerados do Grupo Araxá. Estudos de inclusões dessa esmeralda bem como dados quantitativos da produção local não foram encontrados na literatura.

7 - AGRADECIMENTOS

Os autores deixam consignados os seus agradecimentos à empresa Belmont Gemas Ltda., na pessoa do Sr. Ronaldo Fonseca Ribeiro, que muito gentilmente nos cedeu amostras para estudos mineralógicos e franqueou o acesso ao local da Mina de Itabira. Agradecem também ao geólogo Pedro A. Couto, da Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM), pela colaboração prestada durante trabalhos realizados nas jazidas de Socotó e Carnaíba, e ao Professor Dr. Evaristo Ribeiro Filho pela leitura do manuscrito. Os autores Juarez Leal de Souza e Júlio César Mendes agradecem aos órgãos PICD/CAPES/UFOP e CNPq pelo suporte financeiro obtido através de Bolsas de Mestrado, respectivamente. Darcy P. Svisero e Juarez Leal de Souza agradecem ao CNPq pelo auxílio de pesquisa recebido (Proc. nº 407038/87 GL/FV).

BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, J. O. & LEONARDOS, O. H. A esmeralda do município de Pirenópolis, Goiás: um exemplo de greisenização do talco-xistos. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34, Goiânia, **Anais...** Goiânia, 1986. v. 4. p. 1835-45.
- BASTOS, F. M. Emeralds from Itabira, Minas Gerais, Brazil. **Lapidary Journal**, 35(9):1842-8, 1981.
- BEUS, A. A. **Geochemistry of beryllium and the genetic types of beryllium deposits**. San Francisco, Lincoln R. Page, 1966. 401p.

- CASSEDANNE, J. P. & CASSEDANNE, J. O. Note sur la mine d'émeraude de Carnaíba. **Ass. Franc. Gemm.** 40:4-8, 1974.
- CASSEDANNE, J. P. & CASSEDANNE, J. O. Famous mineral localities; the Brumado district, Bahia, Brazil. **The Mineralogical Record**, 9 (3): 196-205, 1978.
- CASSEDANNE, J. P.; CASSEDANNE, J. O.; MELLO, Z. F. As esmeraldas de Tauá e Pilão Arcado. **Min. Met.** 43 (410): 50-8, 1979.
- CASSEDANNE, J. P. As esmeraldas do Brasil. **Brasil Relojoeiro e Joalheiro**, 25 (283): 76-82, 1984.
- CASSEDANNE, J. P. & SAUER, D. A. The Santa Teresinha of Goiás emerald deposits. **Gems & Gemol.** 20 (1): 4-13, 1984.
- CASTELO BRANCO, R. M. G.; SCHWARZ, D.; SVISERO, D. P.; MENDES, J. C. Dados mineralógicos da esmeralda da Fazenda Boa Esperança, Município de Tauá, Ceará. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. **Anais...** v. 10. p. 4986-94.
- COSTA, S. A. G. Correlação da seqüência encaixante das esmeraldas de Santa Teresinha de Goiás com os terrenos do tipo greenstone belt de Crixás e tipologia dos depósitos. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34, Goiânia, **Anais...** 1986. v. 2. p.597-614.
- COUTO, P. A. & ALMEIDA, J. T. Geologia e mineralizações na área do garimpo de Carnaíba, Bahia. In: CONGR. BRAS. GEOL., 32, Salvador, **Anais...** 1982. v. 3, p. 850-61.
- COUTO, P. A. Garimpos de esmeraldas de Carnaíba. In: Garimpos do Brasil. **Boletim Avulso nº 5**, Brasília, DNPM, 1983. p. 75-88.
- Carnaíba e Socotó, Bahia. **Relatório interno**. DNPM / DFPM, 1984. 56p.
- CUNHA, O. L. Esmeraldas da Fazenda do Sossego, Santana dos Ferros, Minas Gerais, Brasil. **Gemologia**, (25): 9-14, 1961.
- DRAPER, T. A new source of emerald in Brazil. **Gems & Gemol.**, 11:111-3; 124, 1963.
- FERSMAN, A. E. Geochemische migration der elemente. III. smaragdgruben im uralgebirge; abhandlungen zur praktischen geologie und bergwirtschaftslehre, Halle (Saale), Wilhelm Knapp., 1929. v. 18. p. 74-116.

- GRIFFON, J. C.; KREMER, M. R.; MISL, A. Estudo estrutural e genético da jazida de esmeralda de Carnaíba, Bahia. **An. Acad. Bras. Ciênc.** 39 (1): 153-61, 1967.
- HÄNNI, H. A. & KEREZ, C. J. Neues vom smaragd-vorkommen vom Santa Teresinha de Goiás, Brasilien. **Z. Dt. Gemmol. Ges.** 32 (1): 50-8, 1983.
- HÄNNI, H. A.; SCHWARZ, D.; FISCHER, M. The emeralds of the Belmont Mine, Minas Gerais, Brazil. **J. Gemm.** 20 (7/8): 446-56, 1987.
- JUST, E. Emeralds at Bom Jesus das Meiras, Bahia, Brazil. **Econ. Geol.** 21: 808-10, 1926.
- LEINZ, V. & LEONARDOS, O. H. Nota sobre as esmeraldas da Fazenda das Lajes, Itaberaí, Goiás. **Gemologia** (16): 7-14, 1959.
- MENDES, J. C. & SCHWARZ, D.; Jazidas de esmeraldas do Brasil; geologia e mineralizações. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA, 6, Bogotá, 1985. (No prelo.)
- MENDES, J. C.; SCHWARZ, D.; SVISERO, D. P. Geologia e mineralização da jazida de esmeralda de Itabira: correlação com as demais jazidas brasileiras. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 3, Belo Horizonte, 1985. p. 240-50. (Bol. nº 5.)
- MENDES, J. C. & SVISERO, D. P. As inclusões cristalinas e fluidas da esmeralda de Santa Teresinha de Goiás e seu significado geológico. In: CONGR. BRAS. GEOL., 35, Belém, 1988 (No prelo.)
- MIYATA, T.; HOSAKA, M.; CHIKAYAMA, A. On the inclusions in emeralds from Santa Teresinha de Goiás, Brazil. **J. Gemm.** 20 (6): 377-9, 1987.
- MOREIRA, M. D. & SANTANA, A. J. O garimpo de Carnaíba; geologia e perspectivas. In: CONGR. BRAS. GEOL., 32, Salvador. **Anais...** 1982, v. 3, 862-74.
- RIBEIRO, A. C. & SÁ, W. L. Garimpo de esmeralda de Santa Teresinha de Goiás. In: Garimpos do Brasil. **Boletim Avulso nº 5**. Brasília, DNPM/DFPM, 1983. p. 269-83.
- SAUER, D. A. Emeralds from Brazil. In: INTERNATIONAL GEMOLOGICAL SYMPOSIUM. Santa Mônica, 1982. p. 357-77. (Proceedings.)
- SAUER, J. R. **Brasil; paraíso das pedras preciosas**. Rio de Janeiro. AGGS Indústrias Gráficas, 1982, 136p.
- SCHORSCHER, H. D. & GUIMARÃES, P. F. Estratigrafia e tectônica do supergrupo Minas e geologia do distrito ferrífero de Itabira. In: CONGR. BRAS. GEOL., 29, Ouro Preto, 1976. p. 75-86. (Roteiro das Excursões.)
- SCHUMANN, W. **Gemas do mundo**. Trad. R. R. Franco e M. Del Rey. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico S/A, 1982, 254p. Original alemão.
- SCHWARZ, D. Inclusões em esmeraldas. **Rev. Esc. Minas. Ouro Preto**, 37 (3-4): 25-34; 12-21, 1984.
- SCHWARZ, D. & MENDES, J. C. Estudo comparativo das inclusões nas esmeraldas de Itabira, Minas Gerais e Santa Teresinha de Goiás. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 3, Belo Horizonte, 1985. p. 154-64. (Bol. nº 5.)
- SCHWARZ, D. & MENDES, J. C. Classificação das inclusões nas esmeraldas brasileiras de Socotó (BA) e Itabira (MG). In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA, Bogotá, 1985. (No prelo.)
- SELIG, B. L. Carnaíba emerald mine. **Gems & Minerals Magazine**, 331: 22-4, 1965.
- SINKANKAS, J. **Emerald and other beryls**. Radnor, Chilton Book Co., 1981. 665p.
- SOUZA, J. D. & NETO, R. L. Projeto estudos dos garimpos brasileiros; mapeamento geológico na área do garimpo de esmeralda de Santa Teresinha de Goiás. **Relatório interno**. Goiânia, DNPM/CPRM, 1984.
- SOUZA, J. L. & SVISERO, D. P. Estudo óptico e roentgenográfico de inclusões de esmeraldas da jazida de Itabira, Minas Gerais. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 4, Belo Horizonte, 1987. p. 329-42. (Bol. 7)
- WEBSTER, R. **Gems; their sources, descriptions and identification**. 4th. ed. London, Butterworths, 1983. 1006p.

Escola de Minas

