

Conceito, Nomenclatura e Classificação das Gemas

Darcy P. Svisero *
Rui R. Franco **

ABSTRACT

This paper discusses some important subjects concerning the development of gemology such as the concept, the nomenclature and the classification of gemstone. Gems are here defined as "rare natural or synthetic substances that were submitted to some process of cutting (pearl being an exception), showing one or more special properties of color, transparency, brilliance, hardness, chatoyance, asterism, labradorescence, etc". It is also proposed a nomenclature based mainly on mineralogical principles, and a classification where gems are divided in minerals, rocks, organic substances, synthetics, substitutes, reconstituted, re-vested, compound, treated and false gemstones.

INTRODUÇÃO

Apesar de o homem utilizar gemas desde a mais remota antiguidade, o desenvolvimento da Gemologia como ciência é relativamente recente. Por outro lado, embora a Gemologia seja tratada como um ramo da Mineralogia, fato perfeitamente compreensível tendo em vista que a maior parte das gemas é de origem mineral, parece não haver dúvidas que a Gemologia caminha a passos largos para se tornar uma ciência independente.

Vários fatos consubstanciam o nosso ponto de vista. Na realidade, assistimos, nos últimos anos, a um desenvolvimento extraordinário das atividades gemológicas, provocado pela expansão do comércio internacional. Acelerou-se, em contrapartida, a procura por novas fontes de minerais gemológicos, decorrendo daí a localização de uma grande quantidade de novas jazidas bem como de ocorrências de minerais-gema em diversos países. Constitui bom exemplo a desco-

berta das jazidas de esmeralda de Santa Teresinha de Goiás e de Itabira no Brasil, dos campos de lamproítos na região noroeste da Austrália, das águas-marinhas do Pasquistão, e assim por diante.

Paralelamente, cresceu a produção de gemas sintéticas, e, ao mesmo tempo, novos processos de síntese, cada vez mais aperfeiçoados, foram introduzidos pelos países desenvolvidos. O resultado de tudo isso foi o lançamento no mercado de novos tipos de gemas com aceitação equivalente à de gemas tradicionais (Nassau, 1981). Merece registro a produção de novos instrumentos gemológicos extremamente diversificados, demonstrando que as atividades gemológicas estão adquirindo importância comparável à de outras ciências tradicionais. Não poderíamos deixar de mencionar, também, a utilização, em grande escala, de processos físicos de tratamento de gemas constituindo outro fator de ampliação das atividades gemológicas. Por todos esses fatos, verifica-se que a Gemologia, apesar de continuar fundamentada na Mineralogia, está passando por um processo vertiginoso de ampliação do seu universo de atuação. Assim sendo, mantêm relações com a Geologia, no que diz respeito à prospecção e ao mapeamento das jazidas produtoras de minerais-gema, e, ao mesmo tempo, amplia suas relações com a Física e a Química, no que diz respeito ao desenvolvimento dos processos de síntese de gemas (Hurlburt & Switzer, 1979).

Por ser uma área do conhecimento em plena fase de desenvolvimento, existem vários problemas no campo da Gemologia sujeitos a discussões e controvérsias. O próprio conceito de gema bem como a nomenclatura e a classificação desses materiais constituem alguns dos problemas mais imediatos. Se a definição e a classificação dos minerais constituem até hoje

assuntos controversos (Povarennykh 1972), é fácil compreender as dificuldades envolvidas no caso das gemas que abrangem um universo de materiais bem maior do que o dos minerais. A classificação das gemas, por exemplo, envolve, além de minerais e rochas, algumas substâncias de origem orgânica, e mais uma gama variada de produtos elaborados pelo homem (Webster, 1983). A nomenclatura das gemas é outro tema controverso que vem ocupando a atenção de diversos pesquisadores. O assunto constituiu um dos temas do 1.º Simpósio Internacional de Gemologia, realizado em Idar-Oberstein, em outubro de 1983. Os resultados obtidos naquele conclave mostraram o quanto há ainda para ser feito no sentido de se obter um sistema padronizado que concilie os termos já usados no comércio com os critérios científicos baseados em fundamentos mineralógicos. Igualmente importante é o estabelecimento de uma definição científica de gema, a nosso ver um dos passos decisivos para a consolidação da Gemologia como ciência.

CONCEITO DE GEMA

O termo gema, derivado do latim "gemma", corresponde a toda substância natural ou sintética, lapidada, rara, e que por suas propriedades de transparência, cor, brilho, dureza, e certos efeitos ópticos especiais, tais como "chatoyance", asterismo, labradorescência e aventurinização, pode ser utilizada para fins de adorno pessoal.

* Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

** Instituto de Pesquisas Nucleares, Universidade de São Paulo.

As gemas de origem natural são as mais apreciadas e também as mais valorizadas pelo homem. Elas compreendem aproximadamente duas centenas de minerais dotados de propriedades físicas especiais que os tornam atrativos, um número reduzido de rochas e algumas substâncias inorgânicas segregadas por seres vivos, entre as quais o exemplo mais notável é a pérola. As gemas sintéticas reúnem produtos diversos, alguns equivalentes a minerais como é o caso da titânia que possui composição e propriedades idênticas ao rutilo. Outros, entretanto, não possuem similares entre os minerais conhecidos como é o caso da zircônia cúbica, variedade polimórfica cúbica do óxido de zircônio. A presença de lapidação deve ser uma das características fundamentais para caracterizar a gema. Todas as gemas são lapidadas, ou pelo menos devem ter sido submetidas a algum tipo de polimento. A pérola constitui a exceção nesse caso, sendo a única gema que dispensa lapidação. Outra característica importante é a raridade, muito embora nem todas as gemas conhecidas sejam raras. A ametista constitui um bom exemplo de gema comum, embora seja uma pedra de cor atrativa e de boa durabilidade. O fator decisivo para um determinado material ser de natureza gemológica, isto é, exibir beleza e fascínio, está relacionado com as suas propriedades físicas. Sempre que possível, o material deve ser transparente, possuir cor acentuada, durabilidade (dureza alta) e algum efeito óptico especial, entre os quais os mais frequentes são "chatoyance", asterismo, labradorescência, aventurinização, opalescência, etc. Naturalmente essas propriedades raramente ocorrem agrupadas em uma mesma substância, o que de certa forma confere um caráter especial às gemas.

Apesar de compacta, a definição aqui apresentada abrange, em princípio, todas as gemas conhecidas na atualidade. Evidentemente, o problema é complexo e a definição apresentada, antes de procurar resolvê-lo, tem por objetivo contribuir para a discussão do assunto. É pertinente mencionar também que o termo gema, de acordo com a definição apresentada, pode ser considerado sinônimo de pedra preciosa. Nesse sentido é interessante chamar a atenção para a inconveniência de se usar o termo pedra semipreciosa, que na realidade constitui apenas uma prática arbitrária sem nenhum fundamento técnico ou científico. Existe também o termo

pedra corada, de uso generalizado na literatura gemológica, e cuja utilização traz em seu bojo a divisão das gemas em diamante e pedra corada. Apesar de o termo conter certas limitações em seu uso, já que reúne gemas que nem sempre são coradas (fenacita, safira incolor, etc.), pelo menos tem o mérito de atender aos objetivos técnicos para os quais é utilizado. Por fim, resta introduzir neste contexto o termo jóia, muitas vezes confundido com os termos gema e pedra preciosa. A jóia é simplesmente a gema montada, seja ela natural ou sintética, rara ou comum. Evidentemente, não é o caso de se admitir que uma jóia possa ser confeccionada com material de qualidade inferior, mas, apenas para exagerar no entendimento, poderíamos, em um caso extremo, montar uma jóia utilizando um material qualquer não gemológico. Esse fato, apesar de absurdo, ilustra bem a que ponto os conceitos de gema e de jóia são independentes.

Discutido o conceito de gema, gostaríamos de tecer alguns comentários sobre as relações da Gemologia com as demais áreas do conhecimento, especialmente com a Mineralogia e com a Geologia, que nos interessam mais de perto. Parece-nos fora de dúvida que a Gemologia possa ser tratada como um ramo da Mineralogia, especialmente se estiver voltada para o estudo particular daquelas duas centenas de minerais que possuem atributos físicos compatíveis com a definição aqui apresentada. Mas as relações com a Geologia são também profundas, como é fácil de perceber se levarmos em conta os processos de formação e o estudo sistemático das jazidas de minerais-gema. No que diz respeito à Geologia, é preciso ressaltar que o estudo dos minerais-gema se faz com os mesmos princípios utilizados para os demais minerais e rochas. Se considerarmos ainda que o Brasil é uma das principais províncias gemológicas do mundo, torna-se difícil entender as razões do pequeno número de trabalhos geológicos realizados até agora a respeito de nossas jazidas de minerais-gema.

NOMENCLATURA DAS GEMAS

A nomenclatura das gemas naturais baseia-se na nomenclatura padronizada dos minerais e das rochas. Com relação à nomenclatura dos minerais-gema, existem várias regras para a escolha do nome. Alguns colocam em evidência determinada propriedade física notável como é o caso

da cianita derivada do termo grego "cyanos" em alusão à cor azul do céu; outros homenageiam pessoas ilustres, como a andradita escolhida em honra do mineralogista brasileiro José Bonifácio de Andrada e Silva; noutros casos, o nome é dado de acordo com a localidade onde o mineral foi encontrado, sendo exemplo a labradorita, achada pela primeira vez na península do Labrador, Canadá. Apesar dessas regras, muitos minerais possuem nomes cunhados pelo uso, através do tempo, e outros cujos nomes possuem origens desconhecidas. Com relação às gemas derivadas de rochas, a nomenclatura segue os mesmos princípios utilizados na petrografia.

A maior parte das gemas de origem mineral constituem variedades de alguma espécie mineral. O berilo, mineral de fórmula $Be_3Al_2(SiO_3)_6$, apresenta seis variedades gemológicas distintas (Svisero, 1978): esmeralda (verde-grama), água-marinha (azul/celeste), heliodoro (amarelo-dourado), Morganita (rósea), bixbita (vermelha) e goshnita (incolor). Fato semelhante se observa com a turmalina, granada, espodumênio e muitos outros minerais. Em substâncias de composição complexa como a turmalina, surgem alguns problemas adicionais que merecem ser comentados. Nesse caso, as variedades gemológicas acroíta (incolor), rubelita (vermelha), afri-sita (negra), indicolita (azul), siberita (roxa) e verdelita (verde) não possuem relação com os termos referentes às moléculas que formam solução sólida na turmalina (dravita, schorlita, elbaíta e liddicoatita). O mesmo pode ser dito em relação às granadas que possuem vários termos ou moléculas em sua constituição (piropo, almandina, grossulária, knorringita, etc.), desprovidas de relação com os termos gemológicos (rodolita, hessonita, demantóide e topazolita).

Outro problema de nomenclatura é o uso incorreto de certos termos consagrados no comércio a ponto de serem utilizados rotineiramente entre as gemas (Schumann, 1982). Alguns exemplos compilados na Tabela 1 mostram o termo incorreto e o seu correspondente recomendado pelos sistemas padronizados. Muitas vezes, o emprego de um termo é apenas uma questão de conveniência, como parece ser o caso do "topázio Rio Grande". Como a gema em questão é obtida pelo aquecimento de ametista a 450 °C produzindo como resultado um material de cor amarelo-dourado, a denominação correta seria "citrino Rio Grande", e nunca "topázio Rio

Grande", que induz o leitor ou comprador a pensar em topázio, um material bem mais valioso do que o quartzo, do qual a ametista e o citrino são variedades roxa e amarela, respectivamente.

As gemas sintéticas lançadas no mercado têm recebido as denominações mais diversas. A maior parte possui nomes que lembram a composição química como a titânia (óxido de titânio), o YAG (granada de alumínio e ítrio), o GGG (granada de gálio e gadolínio) e a zircônia cúbica (óxido de zircônio de estrutura cúbica).

CLASSIFICAÇÃO DAS GEMAS

Minerais, rochas, esqueletos e carapaças de animais, resinas vegetais, materiais que imitam gemas, vidros, são apenas algumas das matérias-primas que compõem o universo das gemas. A grande dificuldade enfrentada pelo gemólogo, em princípio, é elaborar um sistema ou uma classificação padronizada que reúna satisfatoriamente todos os tipos de gemas usados na atualidade. Por outro lado, qualquer sistema classificatório deve ser dinâmico para acomodar os novos termos que fatalmente surgirão no futuro.

A classificação proposta neste artigo baseia-se fundamentalmente na natureza da gema, ou seja, nos processos, sejam eles naturais ou sintéticos, que levaram à formação da gema considerada. Com base nesse critério, as gemas foram divididas em 10 grupos distintos, a saber: 1) minerais, 2) rochas, 3) gemas de origem orgânica, 4) gemas sintéticas, 5) substitutos ou simulantes, 6) gemas reconstituídas, 7) gemas revestidas, 8) gemas tratadas, 9) gemas compostas, 10) gemas falsas.

Minerais — É o maior e também o mais importante grupo de gemas, o que de certa forma justifica as relações profundas entre a Gemologia e a Mineralogia. Os minerais reúnem aproximadamente quase 4000 espécies distintas, mas nem todas, evidentemente, possuem atributos gemológicos. Aliás, o número de minerais-gema é relativamente pequeno, não ultrapassando duas centenas de espécies, considerando-se as gemas comuns e as raras. Ocorre que as gemas comuns não ultrapassam algumas dezenas, sendo as demais meras curiosidades de colecionadores ou de museus especializados.

No tocante à classificação, a sugestão, nesse caso, é adotar simples-

mente os mesmos princípios utilizados na classificação dos minerais de que é exemplo o "Dana's System of Mineralogy" de Palache, Berman e Frondel (1963). Segundo esse sistema, os minerais são divididos em doze classes distintas, de acordo com a composição química, das quais a última, a dos silicatos, ainda não foi concluída. Neste caso, o problema pode ser facilmente contornado utilizando-se a classificação de Strunz (1966), que divide os silicatos em nesossilicatos, sorossilicatos, ciclossilicatos, inossilicatos, filossilicatos e tectossilicatos.

Com maior ou menor frequência, todas as classes minerais, com exceção dos sulfossais e nitratos, possuem representantes entre os minerais-gema. Como o objetivo desse artigo é apenas o de discutir critérios de sistemática e não de apresentar uma classificação completa reunindo todas as gemas conhecidas, são apresentadas a seguir as dez classes minerais acompanhadas de alguns exemplos das gemas mais representativas dentro de cada grupo: **Elementos nativos** (diamante), **Sulfetos** (pirita), **Óxidos** (coríndon, espinélio, crisoberilo), **Hidróxidos** (limonita), **Halóides** (fluorita), **Carbonatos** (malaquita, rodocrosita), **Boratos** (sinhalita, taaffeíta, kornerupina), **Fosfatos** (turquesa, apatita), **Sulfatos** (barita), **Tungstatos** (scheelita) e **Silicatos** subdivididos em Nesossilicatos (granada, zircão, peridoto, topázio), Sorossilicatos (tanzanita), Ciclossilicatos (esmeralda, água-marinha, rubelita), Inossilicatos (kunzita, hiddenita), Filossilicatos (lepidolita) e Tectossilicatos (ametista, citrino, pedra-da-lua). Como já foi mencionado, apenas os grupos dos Sulfossais e dos Nitratos não possuem gemas conhecidas até o presente momento.

Rochas — Grupo pequeno mas que reúne algumas gemas importantes como o lápis-lazúli, rocha constituída de feldspatóides (lazurita, sodalita, hauyna) e eventualmente quartzo, pirita, calcita, hornblenda e augita, e o jade (mistura de jadeíta e nefrita). Outros exemplos são mármore, quartzo, moldavito e obsidiana.

Gemas de origem orgânica — Outro grupo relativamente pequeno que reúne gemas resultantes da atividade de seres vivos. Além da pérola, que é o exemplo mais notável, fazem parte deste grupo coral, marfim, âmbar, copal, azeviche e carapaças de certos animais.

Gemas sintéticas — Gemas produzidas no laboratório, que procura

atender à demanda de certas gemas naturais tais como rubi, safira, esmeralda, espinélio e turquesa. Talvez seja um dos setores mais promissores da Gemologia já que a tendência para o futuro é replicar em laboratório todas as gemas naturais. É preciso enfatizar que esse grupo reúne apenas gemas sintéticas que possuem correspondência com minerais-gema.

Substitutos ou simulantes — Essas gemas, como o próprio nome sugere, são usadas para simular ou substituir outra gema, geralmente de valor bem maior do que o do correspondente substituto. Os substitutos podem ser naturais (minerais) ou sintéticos, dependendo da substância que se deseja substituir. O diamante, por exemplo, é uma das gemas que possui o maior número de substitutos. Seus substitutos naturais são a safira incolor (Al_2O_3) e o zircão ($ZrSiO_4$). Já os substitutos sintéticos são em número bem maior e os mais conhecidos são a titânia (TiO_2), a fabulita ($SrTiO_3$), o YAG ($Y_3Al_5O_{12}$), o GGG ($Gd_3Ga_5O_{12}$) e a zircônia cúbica (ZrO_2).

Reconstituídas — Grupo pequeno e inexpressivo que reúne certas gemas que, como o próprio nome diz, são reconstituídas por processos de laboratório. A turquesa e o âmbar, ao serem trabalhados, produzem fragmentos menores que normalmente seriam perdidos mas, tendo em vista o valor dessas substâncias, são aglutinados por cimentos especiais produzindo peças maiores que podem ser lapidadas posteriormente.

Compostas — Grupo diversificado que reúne gemas compostas, geralmente, por mais de uma substância. Em geral, a coroa e o pavilhão são de naturezas distintas e estão reunidos em uma peça única por meio de um cimento, colorido ou não. Essa peça recebe o nome de "doublet" ou "triple" quando a composição é formada por duas ou três partes distintas, respectivamente. As possibilidades de variações nessas combinações são bastante diversificadas.

Tratadas — Gemas submetidas a tratamentos físicos ou químicos utilizados para modificar alguma propriedade física na gema, em geral a cor macroscópica. Estão incluídas nessa categoria todas as gemas tingidas (geralmente ágatas), aquecidas, irradiadas (raios X e raios gama) ou bombardeadas (nêutrons). Como a utilização desses métodos vem recebendo ampla aceitação no mercado, a tendência é que esse grupo de gemas se amplie no futuro.

Revestidas — Outro grupo relativamente pequeno que reúne gemas constituídas por um núcleo central revestido por uma camada obtida por crescimento em laboratório. O núcleo pode ser natural ou sintético, mas o produto final é necessariamente sintético. O processo vem sendo

utilizado quase que exclusivamente para esmeraldas, tendo em vista o valor comercial dessa gema.

Falsas — Todas as gemas preparadas deliberadamente para imitar uma gema de valor maior. Nesse ca-

so não existe nenhum tipo de correspondência entre a gema falsa e a gema imitada. Um dos materiais mais comumente utilizado na fabricação de gemas falsas é o vidro, ao qual são adicionadas impurezas diversas para a obtenção das cores desejadas.

TABELA 1 — Relação entre o nome comercial e o nome científico de algumas gemas.

NOME COMERCIAL	NOME CORRETO	NOME COMERCIAL	NOME CORRETO
Accabar	Coral negro	Ônix mexicano	Calcita estalagmítica
Acrita	Dioptásio	Opala cintilante	Opala de brilho intenso
Ágata arco-íris	Ágata iridescente	Opala de ouro	Opala de fogo
Ágata da Irlanda	Obsidiana	Opala prásio	Opala verde-manchada
Ágata do rio	Ágata com a forma de seixos rolados	Pasta	Imitação feita de vidro
Ágata sangue-de-pombo	Cornalina	Pedra-asteca	Smithsonita
Alabastro oriental	Calcita estalagmítica	Pedra-cachimbo	Argila silicosa vermelha
Âmbar negro	Jet (azeviche)	Pedra-canário	Cornalina amarela
Ametista oriental	Safira violeta	Pedra-cinamomo	Hessonita (granada alaranjada)
Beccarita	Zircão verde	Pedra-cruz	Estaurolita (geminada) ou quiaistolita
Ceruleine	Calcita colorida com malaquita e azurita	Pedra-de-bispo	Ametista
Cimofana	Olho-de-gato	Pedra-de-maori	Nefrita
Coral ágata	Coral transformado em ágata por pseudomorfose	Pedra-estrelada verde	Clorastrolita
Craquelees	Cristal de rocha rachado	Pedra-inca	Pirita
Crisólita do Cabo ou esmeralda do Cabo	Prehnita	Pedra-jet	Afrisita (turmalina preta)
Danburita	Coríndon vermelho sintético	Pedra-olho	Thomsonita
Daourita	Turmalina vermelha	Pedra-rim	Nefrita
Diamante canário	Dimante amarelo	Pedra-verde	Nefrita e clorastrolita
Diamante de Arkansas	Cristal de rocha	Pedra-verde da Nova Zelândia	Nefrita
Distênio	Cianita	Pedra-zebra	Jaspe em camadas
Ditroíta	Sodalita	Pérola-atlãs	Esferas de calcita branca acetinada
Edinita	Prásio	Pérola de Nassau	Pérola de concha rósea
Egeran	Idocrásio	Pérola de Paris	Imitação de pérola
Aerohídrico	Calcedônia com inclusões de água	Pérola de rio	Pérola de água doce
Esmeralda oriental	Safira verde	Pérola do Mar Vermelho	Esferas de coral vermelho
Espinélio almandina	Espinélio púrpura natural	Pérola-pó	Pérola diminuta (sementes)
Espinélio flama	Espinélio alaranjado natural	Pérola-selvagem	Pérola natural
Estarlita	Zircão azul	Rubi balas (Balaxe)	Espinélio vermelho
Giogetto	Pérola negra	Rubi espinélio	Espinélio vermelho
Gipso pena	Calcita acetinada	Rubi brasileiro	Rubelita (turmalina vermelha)
Girassol	Vidro aventurino	Rubi de Montana	Granada vermelha
Granada vesuviana	Leucita	Rubi do Cabo	Granada vermelha
Hawaiíta	Peridoto do Havai	Rubi do Colorado	Granada vermelha
Heliocita	Feldspato aventurino	Rubicelo	Espinélio vermelho-alaranjado
Jacinto	Zircão vermelho	Rubolita	Opala vermelha
Jade africano	Granada verde	Safira brasileira	Indicolita (turmalina azul)
Jade da Coréia	Granada vermelha	Safira lince	Iolita
Jade da Manchúria	Pedra-sabão	Topázio estrelado	Safira amarela estrelada
Jade do Amazonas	Amazonita	Topázio indiano	Safira amarela
Jade imperial	Jade chinês	Topázio oriental	Safira amarela
Jade da Índia	Quartzo aventurino verde	Topázio Rio Grande	Citrino Rio Grande
Jet de Montana	Obsidiana	Trainita	Variscita bandada
Kunzita rósea	Safira rósea sintética	Turquesa de Viena	Imitação de turquesa
Mármore de concha	Lumachella	Vidro vulcânico	Obsidiana
Olho-de-boi	Labradorita	Yu	Jade
Olho-de-gato oriental	Olho-de-gato	Zircão alterado	Zircão acastanhado
Olho-de-lince	Labradorita com reflexos verdes	Zunita	Jaspe do Arizona

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Prof. Juarez Leal de Souza do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto pela leitura e sugestões apresentadas a esse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HURLBURT Jr., C. S. & SWITZER, G. S. *Gemology*. New York, John Wiley & Sons, 1979. 243 p.

NASSAU, K. *Gems made by man*. Chelton Book Co., 1981. 364 p.

PALACHE, C.; BERMAN, H.; FRONDEL, C. *The system of mineralogy*. 5. ed. John Wiley & Sons, 1958. 3 v.

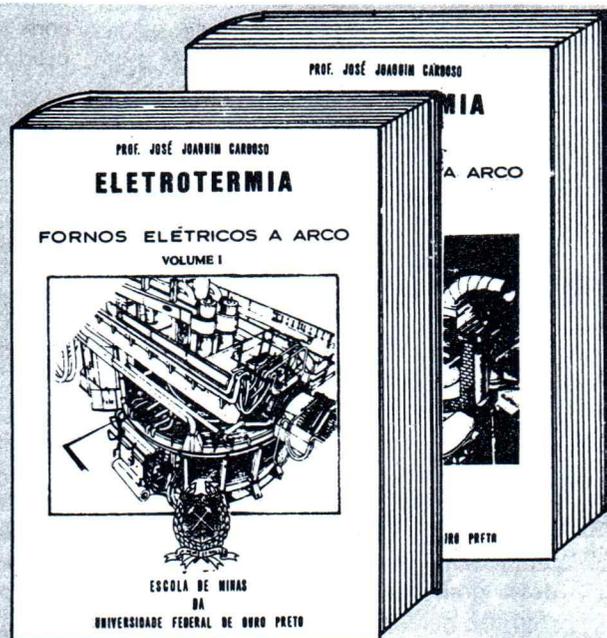
POVARENYYKH, A. S. *Crystal chemical classification of minerals*. Plenun Press, 1972. 2 v.

SCHUMANN, W. *As gemas do mundo*. Livro Técnico S/A, 1982. 254 p.

STRUNZ, H. *Mineralogische tabellen*. Leipzig, 1957. 448 p.

SVISERO, D. P. As variedades gemológicas do berilo. *Gemologia*, 24 (45-46): 67-71, 1978.

WEBSTER, R. *Gems; their sources, descriptions and identification*. 4. ed. Butterworths, 1983. 1006 p.



Este é um livro-texto que versa sobre a tecnologia dos arcos voltaicos em suas mais diversas modalidades, aperfeiçoamentos e inovações, aplicada em fornos elétricos convencionais de corrente contínua a arco-plasma de eletrodos frios ou plasmas térmicos. Classificações, estudos e cálculos desses arcos e fornos, bem como esclarecimentos, bases de dimensionamentos, detalhamentos, e, principalmente, novidades dão a este livro sua principal característica.

Com esta tecnologia considerada de ponta, melhores, mais puros e até novos produtos podem assim ser produzidos com maior simplicidade, mais economia, mais rápidos resultados e mais fáceis processos. É uma obra com aplicação como livro didático de Engenharia de especialização, servindo para o ensino voltado para as áreas da ciência e tecnologia, sendo também recomendada profissionalmente para treinamento a nível superior.

ELETROTERMIA

Fornos Elétricos a Arco