

CAPÍTULO 04 –

MINERALOGIA E GEMOLOGIA

Antonio Liccardo

A curiosidade pelo reino mineral remonta aos primeiros hominídeos, ancestrais do homem moderno. Entre os registros conhecidos, o *Homo habilis*, por exemplo, que viveu entre 1,4 e 2,3 milhões de anos atrás, e que menos se assemelhava ao *Homo sapiens*, destacou-se por sua habilidade em construir ferramentas em pedra lascada. Posteriormente o avanço tecnológico conduziu ao uso da pedra polida como utensílio ou ao domínio dos metais, que consolidou o avanço da humanidade sobre as adversidades do planeta.

A necessidade de reconhecer as propriedades das rochas e minerais foi determinante na trajetória do ser humano e este conhecimento sofreu uma profunda evolução, pois as substâncias minerais acabaram encontrando milhares de aplicações tecnológicas. Foi a partir do conhecimento empírico das rochas e dos metais e do conhecimento científico que a humanidade entrou na Era Industrial dos nossos tempos.

Com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia o conhecimento mineralógico avançou enormemente e, atualmente, são conhecidas mais de 4 mil espécies. A mineralogia moderna apresenta forte entrelaçamento com a química, a física e o desenvolvimento tecnológico-industrial. Atualmente utilizam-se substâncias de origem mineral em praticamente qualquer atividade humana, incluindo agricultura, siderurgia, construção civil, joalheria, indústrias farmacêutica, eletrônica, etc. A caracterização de materiais para fabricação de cimento, por exemplo, supera a simples descrição e procura contribuir para a aplicabilidade dos compostos produzidos.



Cristais de calcita sobre drusa de quartzo ametista. Amostra procedente de Frederico Westphalen, RS. A calcita é o principal mineral formador de calcários e mármore utilizados na fabricação de cal e cimento. Além de belos cristais a calcita também costuma ser o principal constituinte de belas feições existentes em cavernas, como as estalactites e estalagmites. Coleção Laboratório de Geologia. Imagem: Liccardo.

A compreensão da relação entre as estruturas cristalinas dos minerais e as suas características físicas, assim como sua função na composição das rochas e nos processos de litificação foi um dos campos que registrou maior avanço. Neste aspecto, ao correlacionar os fenômenos em escala atômica com as propriedades macroscópicas das rochas que estes constituem, a mineralogia aproxima-se cada vez mais da ciência dos materiais, principalmente dos silicatos, os mais abundantes constituintes do planeta.

O projeto Geodiversidade na Educação privilegiou a exposição de minerais e pedras preciosas com o intuito de fortalecer o entendimento mínimo de mineralogia e proporcionar uma correlação entre as propriedades específicas destes materiais e seu uso na sociedade moderna. Os minerais foram classificados e expostos conforme sua classificação química, exibindo cores, hábitos, geminações e outras características didáticas que permitem seu uso

como material de estudo. Em vários casos são apresentados, também, alguns exemplos de aplicação dos minerais na vida moderna, como materiais de apoio para a engenharia de materiais.



Calcopirita (amarela) com anfibólio da Mina do Sossego (onde se obtém principalmente cobre e ouro), em Carajás, Pará.

Coleção: Liccardo. Imagem: Raony.



Zinwaldita, conhecida popularmente como "Mica Estrela", em associação com quartzo fumê. Procedência: Araçuaí, MG.

Coleção Laboratório de Geologia. Imagem: Raony



Cristais de cianita azul em associação com quartzo.

Procedência: Araçuaí, MG. Coleção Laboratório de Geologia

Imagem: Raony



Sillimanita em formato rolado devido ao transporte fluvial, procedente de Araçuaí, MG. Coleção Laboratório de Geologia.

Imagem: Raony

Gemas

Os minerais preciosos são estudados em uma parte da mineralogia denominada de **gemologia**, a qual pode ser definida como a ciência que se dedica às pedras preciosas ou gemas, incluindo sua descrição, identificação, classificação e avaliação. É importante observar que o termo **“semipreciosas”** foi abolido por não haver uma linha nítida de separação entre estas pedras e as ditas **“preciosas”**. Atualmente tem sido dada preferência ao termo **gema**, já que todas as pedras são preciosas em maior ou menor grau.

As gemas têm, desde sempre, fascinado os seres humanos pelo seu brilho, suas cores, dureza ou durabilidade e apresentam valor especial, tanto nos sentidos material, decorativo ou simbólico, como também nos seus conteúdos simbólico, religioso, terapêutico e cultural. Muitas são as civilizações de todas as épocas e lugares que viam nas pedras preciosas, mais do que seu valor material, um simbolismo de equilíbrio entre o corpo e a alma, ou entre o homem e o sagrado.



Varieties de formas esculpidas ou lapidadas em ágatas encontradas em Salto do Jacuí, RS. Coleção Laboratório de Geologia.

Imagem: Raony

Gema, portanto, é todo material usado como adorno pessoal ou ornamentação de ambientes, possuindo características de beleza, durabilidade e raridade. As gemas podem ser naturais como minerais, substâncias amorfas, vidros e rochas, ou também substâncias orgânicas, como pérolas, coral e âmbar. Há ainda as gemas sintéticas que são produzidas em laboratórios como esmeralda sintética, diamante sintético e outros. Também são produzidos e encontrados no comércio, materiais que não possuem correspondente na natureza como a zircônia cúbica (ZrO_2), que podem imitar gemas naturais conhecidas.



Zircônias cúbicas coloridas, são exemplos de gemas artificiais, já que não possuem equivalentes na natureza. Coleção Laboratório de Geologia. Imagem: Liccardo.

Algumas gemas podem apresentar efeitos ópticos especiais como acatassolamento (do francês *chatoyance* - reflexos que lembram o olho de gato), asterismo (reflexos em forma de estrela), opalescência ou aspecto típico da opala, labradorescência ou reflexos em tons coloridos, entre outros.

A unidade de peso utilizada para gemas lapidadas chama-se **QUILATE** (ct) e tem como origem a palavra “keration” do grego, que é a fruta da “carob”, uma árvore da região do Mediterrâneo, tendo sido adotado como medida de peso em 1907. Um quilate corresponde a 1/5 g ou 200 mg e para gemas pequenas, especialmente diamantes, subdivide-se 1ct em 100 pontos. No caso de gemas em estado bruto, normalmente utiliza-se como padrão o grama ou o quilograma. Uma possível confusão acontece com o quilate (K) como unidade para ouro. São unidades bem diferentes e, no caso do ouro refere-se à quantidade do metal contido na liga utilizada na joalheria. O ouro 24 K representa 100% de ouro, enquanto o ouro 18 K significa 75% de ouro, ou seja, 18 partes de ouro e 6 partes de outros metais que são misturados na composição.



Balança de madeira utilizada na pesagem de gemas, produzida na década de 1970. Atualmente são utilizadas balanças eletrônicas que se tornaram mais baratas e precisas. Coleção e imagem: Liccardo.

Na identificação de gemas lapidadas são utilizadas somente técnicas específicas que não danifiquem a pedra, chamadas de **testes não destrutivos**, principalmente densidade e propriedades ligadas à luz como cor, caráter óptico e índices de refração. Para exames rotineiros são utilizados instrumentos como lupa, pinça, balança, paquímetro, dicrosscópico, polariscópico, refratômetro e o microscópio gemológico.



Cristais de quartzo demantoide ou jacinto são a variedade laranja-avermelhada do quartzo, que apresenta esta cor em virtude da presença de ferro. Procedência: Jacobina, Bahia. Coleção: Laboratório de Geologia.
Imagem: Liccardo

Na classificação e valoração das gemas são utilizados critérios muitas vezes subjetivos como raridade, procedência, tradição, moda e até confiança, e os fatores que definem o seu preço final são principalmente cor, limpidez, lapidação e peso. A cor equivale a 50% do valor da gema e subentende matiz, tom e saturação; a limpidez corresponde a 30% do valor e refere-se à presença ou não de inclusões; na lapidação são analisadas as proporções, simetria e acabamento final do talhe influenciando em até 20% do valor. Estes dados compõem o preço da gema por quilate, que é proporcional ao seu tamanho e o valor final é obtido de tabelas específicas.

Gemas são os materiais mais valorizados pelo homem e representam uma impressionante relação de custo por volume. Enquanto outros minérios, como o ferro, são vendidos por dezenas ou centenas de dólares por tonelada, as gemas alcançam milhares de dólares, e até mesmo mais de um milhão por um único quilate. Um raro diamante vermelho encontrado em Minas Gerais em 1987, com menos de 1 quilate, foi vendido por US\$ 880.000,00, o que equivale dizer que este material custou cerca de 5 milhões de dólares por grama!



O peridoto é uma olivina de qualidade gemológica.

Este é um dos principais minerais que compõem o manto terrestre.

Cristal proveniente de San Carlos, Arizona – EUA.

Coleção: D. Svizzero. Imagem: Raony.



A rodrosita é um carbonato de manganês que apresenta, frequentemente, padrões de crescimento e feições típicas de ambiente de cavernas, como estalactites ou estalagmites. Amostra cortada e polida proveniente da mina La Capillita, na Argentina. Coleção: Liccardo.

Imagem: Raony.

A diversidade mineral e gemológica no Brasil

O Brasil é um país que possui uma forte vocação na atividade mineradora, o que esteve presente ao longo de quase toda a sua história. No século XVIII, por exemplo, foi o maior produtor do mundo de ouro e diamante e hoje se destaca na produção de minério de ferro, nióbio, esmeralda, ametista entre tantos outros produtos de aplicação especializada.

As gemas são, por definição, materiais extremamente raros na crosta terrestre o que as tornam, na maior parte das vezes, preciosas e caras. São anomalias, exceções da natureza, mas que refletem com clareza a enorme complexidade do Sistema Terra. As gemas estão ligadas à história do Brasil e ao contexto de evolução socioeconômica de maneira muito estreita, sendo este fato desconhecido pela maioria das pessoas. A presença das gemas inorgânicas no território brasileiro são um dos parâmetros – talvez o mais fascinante – para se tentar dimensionar a geodiversidade brasileira e sua importância na participação dos rumos da sociedade.



A variedade violeta do quartzo é conhecida como ametista e o Brasil produz amostras fantásticas deste material. Esta formação com aspecto de estalactite é típica da jazida de Entre Rios, SC. Coleção: Liccardo. Imagem: Raony.

As Entradas e Bandeiras - movimentos de pessoas que buscavam riquezas no interior de uma América portuguesa ainda desconhecida e selvagem – ampliaram as fronteiras e definiram o enorme território brasileiro graças aos sonhos com Eldorados, Serras Resplandcentes e Montanhas de Esmeraldas, que eram os principais motivadores dos bandeirantes nos séculos XVI e XVII.

Com a descoberta de diamantes em Diamantina (MG), em 1714, o Brasil - então colônia de Portugal - passou a ser o principal fornecedor destas gemas no mundo. Até 1867, quando se descobriram as minas africanas, praticamente todas

as joias com diamantes das cortes europeias carregavam um valioso pedaço da geodiversidade deste território no Novo Mundo. Por cerca de 150 anos a imagem do Brasil foi associada a uma “terra de riquezas inesgotáveis”, graças à forte produção de ouro e diamantes em Minas Gerais nesta época.



O picuá é um recipiente rústico utilizado para transportar diamantes e pepitas de ouro, como este confeccionado em mangueira plástica e madeira por garimpeiros do rio Tibagi.

Coleção e Imagem: Liccardo.



Concentrado de minerais pesados com diamante encontrado em garimpo do rio Jequitinhonha, em Diamantina, MG. Este local foi responsável pela maior produção do mundo desta gema no século 18. Coleção: Liccardo.

Imagem: Raony.

Hoje o Brasil está entre as maiores Províncias Gemológicas do mundo, em função de um substrato geológico verdadeiramente especial. Estima-se que a produção brasileira é responsável por um terço do suprimento mundial, segundo o Instituto Brasileiro de Gemas e Metais (IBGM). Os principais museus de História Natural do mundo possuem expressivos acervos provenientes do Brasil nos últimos 400 anos, o que no mínimo indica uma geodiversidade excepcional.

Os derrames basálticos que aconteceram quando a América do Sul se separou da África são responsáveis pela maior produção no mundo de ametista, citrino e ágata, provenientes dos estados do Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná). Das regiões Sudeste e Nordeste, principalmente a parte oriental de Minas Gerais, Paraíba e Rio Grande do Norte, vem sendo extraída, desde o final da Segunda Guerra, uma incrível variedade de minerais raros associados aos pegmatitos (rochas de associação granítica), entre elas: berilos das variedades água-marinha, esmeralda, heliodoro, morganita e outras; turmalinas de todas as cores e tamanhos; quartzos coloridos, incolores e com inclusões fascinantes; topázios em grandes cristais e em grande quantidade. Em ambientes sedimentares, metamórficos e aluvionares a quantidade aumenta substancialmente e mostra uma difusão na localização geográfica das ocorrências por todo o território nacional. O Brasil é também produtor de gemas muito raras como alexandrita, turmalina paraíba, euclásio e várias outras. É o único produtor mundial de topázio imperial, o maior em ágata, ametista e citrino, o segundo maior em esmeraldas e opala nobre e, ainda, produz grandes quantidades de outros berilos, turmalinas, crisoberilo, kunzita, hiddenita, brasilianita, etc.

Atualmente, com o nível de desenvolvimento da sociedade moderna, são inúmeros os insumos minerais necessários para a manutenção de nosso padrão de vida global. O conhecimento sobre minerais vem sendo cada vez mais necessário para atividades antes desconectadas, como a informática, a eletrônica ou mesmo a agricultura e a medicina. Difundir os conhecimentos de mineralogia pode, portanto, fornecer subsídios para várias outras áreas da ciência e da vida prática das pessoas, e é fundamental para a melhora da educação no Brasil – este país de vocação mineral.



Turmalinas Paraíba estão entre as gemas mais raras e caras do mundo, sendo encontradas até recentemente somente no Brasil. Sua característica cor azul "neon" se deve à presença de cobre na estrutura do mineral. Amostras de São José da Batalha, PB.

Coleção: Liccardo. Imagem: Raony.



Mosaico de opala nobre com vidro e diabásio



Diabásio serrado

Em Pedro II, no Piauí, restos de opala nobre de minas exauridas são transformados em um valioso artesanato. Um mosaico é montado sobre chapas de diabásio e coberto com vidro, gerando um "sanduíche" ou triplet, que depois é lapidado e montado em joias.

Coleção e Imagem: Liccardo.



Crisoberilos também estão entre as gemas mais raras e caras.

Uma variedade que apresenta cor azul sob a luz do dia e vermelho sob luz incandescente é muito apreciada e é conhecida como alexandrita. Coleção Laboratório de Geologia.

Imagem: Liccardo.



A cor é o principal fator de valorização nas pedras preciosas e muitas vezes as variações são bastante sutis. O mineral berilo quando puro é incolor, mas quando apresenta impurezas de ferro em sua estrutura pode mostrar uma grande variação de tons que variam do verde até azul intenso. Neste último caso a gema é conhecida como água marinha e é mais cara que os outros tons.

Coleção: Liccardo. Imagem: Raony.