

17 de outubro de 2023

A busca pelo raríssimo diamante cor de rosa – Por: Prof. Roberto N. Onody

Entre todas as pedras preciosas, os diamantes são os mais cobijados. Desempenhando um papel cultural importante há milênios, os diamantes evocam sentimentos associados a beleza,



Figura 1 – O diamante cor de rosa Graff – O famoso colecionador de diamantes Laurence Graff (conhecido como King of Bling) comprou esse diamante em 2010, num leilão realizado pela Sotheby's. Ele tem 24,78 quilates (1 quilate = 0,2 gramas) e foi comprado por 46 milhões de dólares! Até aqui, o mais caro diamante cor de rosa vendido por quilate! Na gema havia 25 imperfeições (inclusões) superficiais. Com assessoria da GIA (Gemological Institute of America, seus certificados são o padrão-ouro na classificação de diamantes), especialistas da empresa Graff fizeram um novo polimento da pedra. Hoje ela tem 23,88 quilates, é magnífica e sem defeito. Feita de puro carbono, como os diamantes brancos (incoloros).

brilho, luxo, poder, amor e compromisso. Eles são eternos.

Há diamantes azuis, verdes, laranjas e incoloros, mas, o mais desejado é o diamante cor de rosa (Figura 1). Até seu fechamento em 2020, a mina de Argyle (situada numa região remota da Austrália Ocidental) era responsável por 90% do suprimento mundial dos diamantes cor de rosa! Para saber por que o local onde ficava a mina de Argyle produziu tantos diamantes, cientistas fizeram um estudo minucioso das suas características geológicas. E identificaram duas causas principais: a colisão de placas tectônicas e a deriva continental.

Para os gregos e os romanos, os diamantes seriam frutos das lágrimas derramadas pelos deuses ou pedaços de estrelas cadentes. Mitologia à parte, na verdade os diamantes naturais foram forjados entre 1 e 3 bilhões de anos atrás nas profundezas da Terra, quando o carbono, sob efeito de enormes pressões e altas temperaturas, adquiriu a sua forma cristalina (metastável) de rede cúbica (Figura 2). Em baixas pressões e baixas temperaturas o carbono se estabiliza numa estrutura planar hexagonal – o grafite.

Os diamantes se formam entre 40 e 600 km de profundidade no manto superior da Terra e são trazidos à superfície pelo magma dos vulcões. As condições termodinâmicas para a formação do diamante ou do grafite dependem criticamente da temperatura e da pressão local. A título de exemplo, numa temperatura de 950 graus Celsius e em profundidades maiores do que 150 quilômetros (o que equivale a pressões maiores do que 44.400 atmosferas) o grafite se transforma em diamante.

Diamantes também podem ser produzidos na queda de grandes meteoritos. A pressão e a temperatura geradas no impacto são mais do que suficientes para formar diamantes, desde que haja carbono ou no próprio meteorito ou nas rochas presentes no local da queda. Foi o que ocorreu há 35 milhões de anos atrás, quando um meteorito com diâmetro de 5 a 8 km, abriu a graterra de Popigai (na Sibéria, Rússia) com 100 km de diâmetro e cerca de 150 metros de profundidade. Ao redor da cratera, encontra-se uma quantidade enorme de pequenos diamantes (milimétricos) semelhantes aos diamantes sintéticos (veja abaixo). Além disso, incrustado nas rochas e no interior da cratera, acredita-se que existe uma quantidade de diamante maior do que em todas as outras jazidas do mundo juntas!

Diamantes também se formam nas estrelas, mais especificamente, nas anãs brancas. A anã branca BPM 37093 está a cerca de 49 anos-luz da Terra, tem raio de 4.000 km e é composta por carbono e oxigênio. O carbono presente (que está cristalizado) tem massa de 5 10²⁹ kg, ou seja, um valor cem mil vezes maior do que a massa da Terra. Trata-se do maior diamante existente na nossa vizinhança! Ele foi apelidado de Lucy, em homenagem à música dos Beatles Lucy in the Sky with Diamonds.

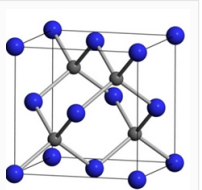


Figura 2 – Cada célula unitária da rede cristalina do diamante contém 8 átomos de carbono. As esferas azuis são átomos de carbono que se encontram ou nos 8 vértices ou nas 6 faces do cubo; as esferas pretas são átomos de carbono que estão no interior do cubo. O diamante é o material mais duro produzido pela natureza (dureza 10, máxima na Escala de Mohs)

Production volume of diamonds worldwide in 2022 (in million carats)

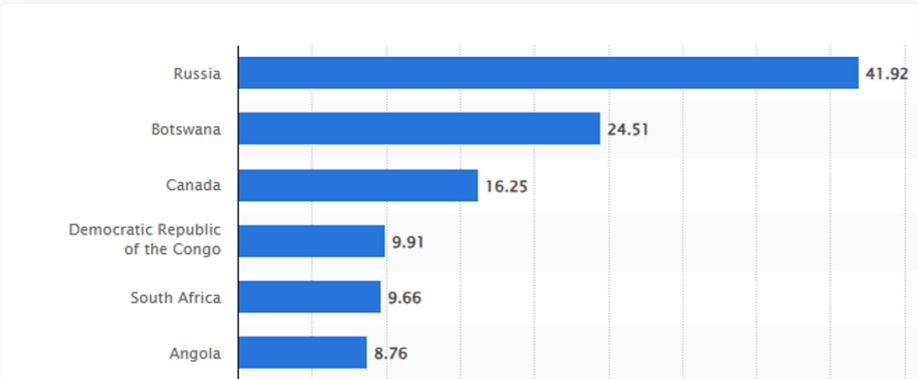


Figura 3 – Os maiores produtores mundiais de diamantes naturais em 2022. A Rússia lidera com folga, produzindo quase 42 milhões de quilates ou 8,4 toneladas de diamantes (Crédito: M. Gurside)

Tudo o que dissemos até aqui se refere aos diamantes naturais (Figura 3). A partir da década de 1950 os diamantes passaram também a ser produzidos e manufaturados pelo homem – são os chamados diamantes sintéticos ou industriais. Dois métodos são utilizados na fabricação dos diamantes sintéticos: o CVD (Carbon Vapor Deposition), que faz a deposição química de vapor de carbono e o HPHT (High Pressure High Temperature) que imita a forma de produção da natureza.

Para olhos não preparados pode ser difícil distinguir um diamante natural de um sintético. Mas, existem hoje no mercado cerca de 40 dispositivos que detectam a diferença entre eles. Ainda bem, porque a diferença de preço é enorme – os diamantes sintéticos são muito mais baratos do que os diamantes naturais.

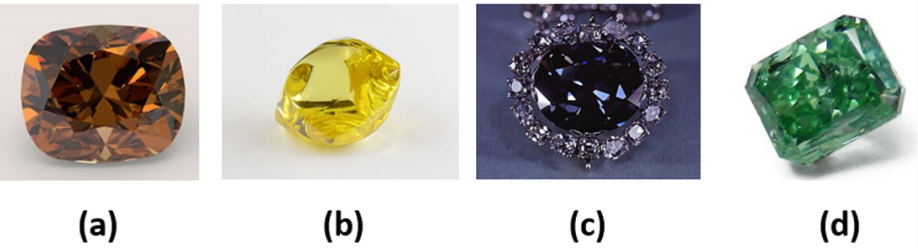


Figura 4 – Diamantes naturais adquirem a cor: (a) marrom devido a deformações plásticas na sua rede cristalina; (b) amarelo pela presença de átomos de nitrogênio; (c) azul pela presença de átomos de boro; (d) verdes pela exposição a material radioativo durante a sua formação ou depois (diamantes brancos se tornam verdes quando irradiados). O material radioativo cria vacâncias de átomos de carbono

Hoje, um quilate de diamante sintético custa três vezes menos do que um quilate de diamante natural. E, com o avanço das técnicas empregadas, o preço do diamante sintético deve recuar ainda mais. O maior produtor mundial de diamantes sintéticos é a China que responde por quase 90% do consumo mundial.



Figura 5 – Os 9 diamantes Cullinan. O maior de todos eles (indicado pela seta), conhecido como Estrela da África, tem

Mas, por que os diamantes naturais têm várias cores? Resumidamente, a resposta é pela presença de vacâncias ou de defeitos (átomos de carbono são substituídos por outros elementos) que retiram da gema sua integridade cristalina ou sua pureza e alteram sua cor (Figura 4).

Os diamantes brancos ou incoloros são praticamente feitos de carbono puro. Entre eles, certamente, o mais famoso é o diamante de Cullinan. Descoberto em 1905 na África do Sul, o diamante tinha, originalmente, 3.025 quilates e foi cortado e lapidado em 9 diamantes que hoje fazem parte das joias da coroa britânica (Figura 5).

Ainda sobre diamantes brancos, em 2019 a Alrosa (empresa russa e maior mineradora de diamantes do mundo) descobriu um diamante duplo – um diamante que contém no seu interior outro diamante. O diamante interno se move livremente numa cavidade do diamante externo (veja vídeo). A semelhança com a tradicional boneca russa, o diamante duplo foi batizado de matrioska.

Voltemos agora aos raríssimos diamantes cor de rosa. Eles são realmente os mais raros? De fato, não. Os diamantes vermelhos são os mais raros. Tão raros que, no mundo, só existem cerca de 30 diamantes considerados realmente vermelhos (Figura 6). Por esse motivo, não existe empresa mineradora de diamantes vermelhos. Mas, existem mineradoras de diamantes cor de rosa na Austrália, África do Sul e Índia. E, como dissemos no preâmbulo, a maior delas, a Argyle, fechou em 2020. Desde então, cientistas vêm tentando descobrir os pré-requisitos geológicos para a formação dos diamantes cor de rosa.

Como os diamantes cor de rosa (e o vermelho) não apresentam vacâncias (provocadas por radiação) e nem defeitos (pela presença de outros elementos químicos além do carbono) de onde vem a sua cor?

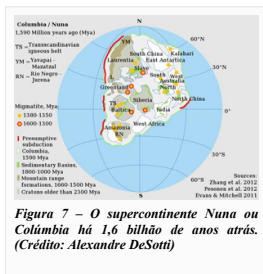
Uma explicação plausível é que, durante o processo de sua formação, esses diamantes sofreram deformação plástica. Mas, de que tipo? Quais são os ingredientes por trás da formação dos diamantes cor de rosa?

Em artigo publicado na Nature, Olijerook et al. lançaram duas hipóteses novas. Há mais de um bilhão de anos atrás, no supercontinente Nuna ou Colúmbia (Figura 7), as placas tectônicas em que hoje se encontram o Norte da Austrália e Kimberley (Austrália Ocidental) colidiram. A região da mina de Argyle se formou na sutura dessas placas. Primeiro ingrediente: colisão de placas tectônicas.

Olijerook et al. fizeram, então, uma datação geológica muito precisa dessa região e concluíram que ela se formou há 1,3 bilhão de anos. Isso coincide com o momento (estimado entre 1,3 e 1,22 bilhão de anos) em que o supercontinente Nuna ou Colúmbia iniciava seu processo de fratura e desagregação! O continente do que é hoje a Austrália não se partiu ou se desagregou, mas a região da mina de Argyle foi "esticada". Segundo ingrediente: estiramento geológico.

Se os pesquisadores estiverem corretos, esses ingredientes podem balizar buscas por novas minas de diamantes em locais que tenham um histórico geológico semelhante. Pelos magníficos diamantes cor de rosa, esperamos que sim.

530,2 quilates e dimensões de 58,9 mm x 45,4 mm x 27,2 mm. Ele está montado no topo do cetro real da monarquia britânica.



*Físico, Professor Sênior do IFSC – USP

e-mail: onody@ifsc.usp.br



Figura 6 – O diamante Mussaieff é o maior diamante vermelho do mundo. Descoberto na década de 1990 em Minas Gerais, Brasil, ele tem 13,9 quilates. O joalheiro Shlomo Mussaieff é o seu atual proprietário