

Seleção de materiais para o design de joias: esmeralda natural, sintética e imitação

Selection of materials for jewelry design: natural, synthetic and an imitation of emerald

Flávia Lopes da Silveira, Mestre, UFRGS, silveira.f@hotmail.com

Wilson Kindlein Júnior, PhD, UFRGS, kindlein@portoweb.com.br

Pedro Luiz Juchem, PhD, UFRGS, pedro.juchem@hotmail.com

RESUMO:

Esta pesquisa trata do processo de identificação de gemas, com foco na esmeralda. Diante da grande variedade de gemas e da capacidade humana de produzir materiais sintéticos e imitações quase perfeitas, considera-se de extrema relevância que o designer saiba diferenciar os tipos disponíveis no mercado e os equipamentos e etapas de investigação que podem auxiliá-lo neste processo.

Palavras-chave: Design de joias. Seleção de materiais. Gemologia.

ABSTRACT:

This research deals with the identification of gemstones, focused on emerald. Considering the variety of gems, and the human capacity to produce almost perfect imitations and synthetic gemstones, it is extremely important that a designer knows how to identify these materials, and what research steps and equipments may assist this process.

Key-words: *Jewelry design. Material selection. Gemology.*

1. Introdução

Desde a Antiguidade as gemas são utilizadas na criação de joias e adornos corporais. Elas possuem cores, formas, transparências e outras características que as tornam peças importantes no desenvolvimento de um projeto de joia. Porém, a grande variedade de gemas e a semelhança entre elas pode dificultar a identificação correta do material, principalmente se as análises forem feitas apenas a nível macroscópico.

Diante disto, a atitude correta é analisar as amostras do material gemológico que se pretende utilizar, com a intenção de identificar as características que venham a confirmar a veracidade das informações previamente adquiridas, incluindo sua origem. Para isso, é necessário o uso de equipamentos especializados que permitem identificar suas características físicas e ópticas, inclusive a nível microscópico. Isto é elementar para a identificação correta do material.

Este trabalho tem por objetivo alertar o designer quanto ao comprometimento que se deve ter na escolha de materiais cujos projetos utilizam gemas. Também pretende exemplificar como a identificação pode ser realizada através de um exercício prático de análise de esmeralda natural, sintética e de uma imitação. O estudo visa mostrar as divergências entre as amostras e a maneira possível de identificá-las e diferenciá-las.

Neste sentido, a intenção desta pesquisa é, justamente, direcionar o designer para um trabalho fidedigno, reiterando a importância destas ações para com os profissionais já atuantes e estimulando as gerações futuras para a evolução da profissão enquanto uma área de conhecimento comprometida e transparente, vinculada à ciência e tecnologia nestes tempos de inovação constante.

A parte prática deste estudo foi realizada com o apoio do Laboratório de Gemologia (Labogem) do Instituto de Geociências, vinculado ao Departamento de Mineralogia e Petrologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

2. Gemologia

Para dar início ao estudo teórico-prático desta pesquisa, foi necessário conhecer a nomenclatura que auxilia no processo de identificação dos materiais, a começar pela expressão *gemologia*.

Gemologia é o “termo usado internacionalmente para designar a ciência que estuda as gemas.” (SCHUMANN, 2006, p. 10)

Outros autores vão mais além e acrescentam que gemologia inclui a descrição, identificação, classificação e avaliação das gemas.

De acordo com Juchem e Brum (2010, p. 1), “a descrição de uma gema compreende a determinação de suas características físicas e ópticas, [...] que levam à sua identificação.” Já a classificação, para estes autores, pode determinar a origem (natural, sintética ou artificial) e a qualidade quanto à cor, pureza, lapidação e peso da gema.

Todas as informações adquiridas na identificação das gemas podem ser descritas em um certificado de autenticidade chamado Certificado Gemológico. Este documento registra todas as informações que são únicas daquele material.

2.1 Gema

Após compreender o significado da expressão *gemologia*, parte-se então para a definição do termo *gema*.

Castañeda e Soares (2001, p. 15) definem gema como “todo mineral que se caracteriza por alta dureza, raridade e beleza única. Beleza tal que pode ser percebida em estado bruto, realçada através da lapidação e manifestar-se de modo ímpar na forma de joia.” Contudo, diante das centenas de diferentes tipos de gemas e da capacidade humana de reproduzir materiais sintéticos quase perfeitos em condições químicas e físicas similares às da natureza, nos tornamos mais suscetíveis a trabalhar com gemas falsas.

Há denominações específicas para definir os tipos de gemas existentes hoje no mercado. Neste contexto, antes de analisarmos algumas amostras, é preciso conhecer os diferentes tipos e saber diferenciá-los para melhor definir e identificar os materiais em análise.

2.1.1 Gema natural

“Os Materiais Gemológicos Naturais são aqueles inteiramente formados pela natureza, sem interferência do homem. São de origem inorgânica: minerais e rochas; e orgânica: animal e vegetal.” (TUNES; HENRIQUES, 2001, p. 11)

2.1.2 Gema sintética

“Gema produzida em laboratório e que possui uma correspondente na natureza. A gema sintética tem a mesma composição química, estrutura cristalina, propriedades físicas e ópticas [...] de sua equivalente natural.” (JUCHEM; BRUM, 2010, p. 2)

A Figura 1 mostra o formato que as gemas sintéticas apresentam quando produzidas em laboratório pelo processo de fabricação denominado Verneuil, que se assemelham a pequenas garrafas ou pêras. Internamente as pêras de fundição são semelhantes ao mineral natural, ou seja, quando lapidadas existe a dificuldade de diferenciação visual entre as gemas naturais e as sintéticas.

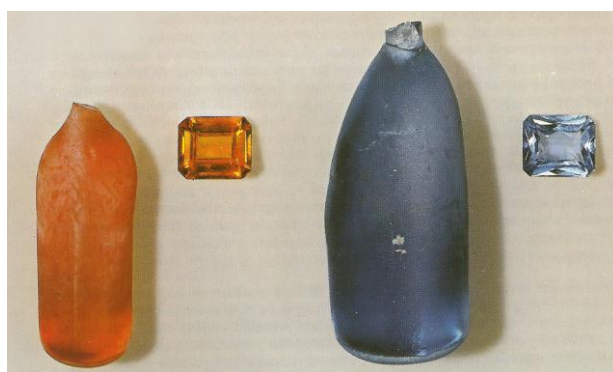


Figura 1 – Gemas sintéticas produzidas pelo processo Verneuil, observando-se as pêras de fundição e as pedras lapidadas correspondentes. (Fonte: Schumann, 2006)

2.1.3 Gema artificial

Gema produzida em laboratório e que não possui uma equivalente na natureza, como por exemplo, a zircônia cúbica, utilizada como uma imitação do diamante (JUCHEM; BRUM, 2010, p. 2)

2.1.4 Imitação

“As imitações são feitas para apresentar a falsa aparência de gema natural. Elas imitam o aspecto, cor e efeito das substâncias naturais, mas não possuem suas propriedades químicas ou físicas.” (SCHUMANN, 2006, p. 11)

3. Design de joias

Historicamente, assim que as gemas foram sendo descobertas, automaticamente as mesmas foram associadas à criação de objetos.

Na história do Homem, a joia, o ornamento corporal, desde o momento de sua criação, carregava significado e, pelos tempos que se seguem, este objeto, além da função decorativa, assumiu também o papel de instrumento de representação de poder. (NASSER, 2002, p. 60)

Ainda hoje a joia é utilizada com os mesmos fins, iguais aos do seu surgimento – adorno, representação de poder - contudo, hoje se tem uma infinidade de possibilidades tecnológicas em prol do seu desenvolvimento. O papel do designer encontra-se justamente em materializar através da ciência/tecnologia as ideias elaboradas a partir do processo criativo, na busca de satisfazer um consumidor que exige variedade, qualidade e exclusividade.

Neste processo, o design é a atividade que se refere tanto ao terreno da criatividade, onde as ideias e conceitos são gerados, quanto ao da produção, quando as ideias são transformadas em produto, demandando conhecimentos de outras áreas – da concepção até o seu descarte – com uma abordagem multidisciplinar que inclui o conhecimento de materiais, sistemas de produção, tecnologia de transformação, tendências e estilo de vida. (CASTAÑEDA; SOARES, 2001, p. 261)

Um dos grandes desafios por parte do designer é, através do melhor aproveitamento da matéria prima, do uso da tecnologia disponível e da evolução do potencial criativo, conseguir definir um estilo próprio. De acordo com Nasser (2002) a resposta deste processo encontra-se na própria joia, que representa a consolidação física e real que se forma na mente de quem cria.

A Figura 2 mostra parte do processo criativo que gerou o pendente *Stalactite*. O documento apresenta desenhos e informações relacionadas à confecção da peça que foi produzida com diamante, lápis-lazúli, esmeralda e pérola. Este é um exemplo de como o designer pode utilizar as gemas em prol da criação de uma peça diferenciada, valorizando o material e criando uma peça exclusiva.

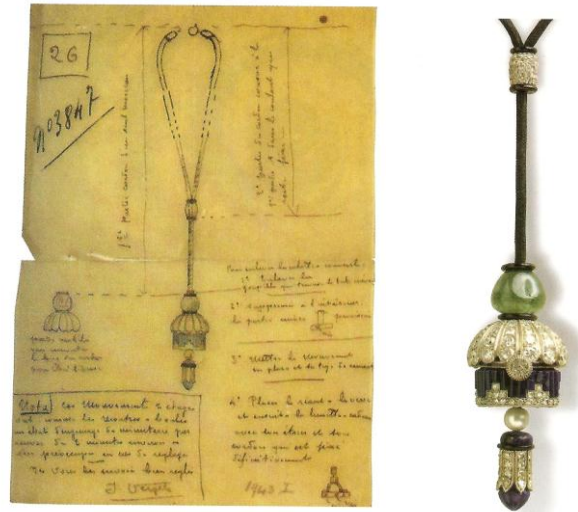


Figura 2 – O pendente *Stalactite*, um exemplo de esmeralda aplicada em joalheria, junto com diamante, lápis-lázuli e pérola. (Fonte: Gola, 2008)

3.1 Gemas e joias

De acordo com Schumann (2006), um dos aspectos que caracteriza um objeto como uma joia é o fato de o mesmo ser ornamental e conter gemas montadas em metal precioso.

Apesar de as gemas serem uma das mais belas representações do mundo mineral e se prestar muito bem à aplicação em joias, o designer deve estar atento aos diferentes tipos de materiais que o mercado disponibiliza. É primordial saber diferenciar uma gema natural de outra sintética ou de uma imitação, quando do desenvolvimento de um projeto de joia.

Estar apto a fazer estas diferenciações é de suma importância uma vez que, segundo Gama (2001), as imitações de gemas sempre fizeram parte da indústria de joalheira, principalmente depois que o homem desenvolveu técnicas para reproduzir condições químicas e físicas similares às da natureza, capacitando-o a produzir pedras sintéticas muito parecidas com as naturais.

Estamos falando de um mercado onde a qualidade está sempre associada à raridade da matéria prima, à riqueza e perfeição de detalhes das peças e à confiabilidade dos fornecedores. É este conjunto de fatores, ameaçado pelas imitações, que garante ao lojista o nível de serviço que ele prestará ao consumidor. (GAMA, 2001, p. 13)

Diante destas informações, faz-se necessário compreender a importância de determinadas atitudes e como o designer pode contribuir para que não ocorram falsificações no mercado de joias.

Tunes e Henriques (2001, p. 12) sugerem uma alternativa que pode ser adotada para evitar a venda de produtos falsos: “Nas ocasiões e nos locais onde são exibidas gemas naturais, sintéticas, artificiais ou joias com elas fabricadas, deve-se identificar claramente cada artigo e material utilizado ou exposto.”

Os autores citados anteriormente ainda acrescentam que no caso de uma joia ser confeccionada com gemas, sejam elas naturais ou não, estas devem ser acompanhadas de um documento que descreva a natureza, quantidade e massa das gemas como também o metal precioso empregado na sua fabricação.

Se ainda houver dúvidas quanto à veracidade das informações, a atitude correta é encaminhar o material para um laboratório especializado, onde profissionais treinados poderão identificar desde trabalhos grosseiros até falsificações sofisticadas.

As gemas, em especial a esmeralda, são comumente utilizadas no desenvolvimento de projetos para joalheria. Foi neste contexto que o ensaio de seleção de materiais realizado neste trabalho teve como foco a esmeralda voltada para a aplicação no design de joias. A matéria prima escolhida para análise se presta bem para tal fim.

Neste contexto, vale salientar quão importante é o conhecimento técnico-científico no desenvolvimento de projetos e a maneira como a gema pode contribuir para agregar valor ao produto final, principalmente se levarmos em consideração que esta é uma área carente de inovação no país, pois via de regra, no Brasil, as gemas são exportadas ainda brutas. Muitos destes processos de fabricação de gemas sintéticas e de imitação são realizados no exterior com o auxílio da alta tecnologia, o que acarreta uma extrema dificuldade de diferenciação entre gemas naturais, sintéticas e imitações.

4. Materiais

A proposta desta pesquisa é analisar três amostras com características de esmeralda (Figura 3), pertencentes ao acervo didático do Laboratório de Gemologia da UFRGS. Através desta análise foi possível obter informações macro e microscópicas das amostras e identificá-las como sendo natural, sintética e uma imitação. Foi realizado um cruzamento destas informações para identificar os pontos em comum e as divergências das mesmas.

No caso deste estudo, o material escolhido para análise foi a esmeralda, porém, deve-se salientar que o método utilizado serve para identificar inúmeros tipos de gemas, pois o processo é o mesmo.



Figura 3 – Amostras das gemas lapidadas de cor verde, utilizadas nesta pesquisa. (Fotografia dos autores)

4.1 Esmeralda

“Os materiais gemológicos naturais de interesse gemológico são divididos nas classes denominadas: gemas naturais, substâncias orgânicas, fossilizadas, outras.” (TUNES; HENRIQUES, 2001, p. 117)

No caso da esmeralda, a mesma encaixa-se no grupo de gemas naturais de origem inorgânica, uma vez que é uma variedade do mineral berilo.

De acordo com Schumann (2006), diversas variedades coloridas do mineral berilo são utilizadas como gemas. Berilo de um verde profundo é denominado esmeralda, enquanto que o berilo de cor azul é denominado água-marinha. São estas as duas principais variedades desse mineral e a esmeralda é considerada a mais nobre delas. O berilo de outras cores é denominado heliodoro (amarelo), morganita (rosa), goshenita (incolor), etc.

Tunes e Henriques (2001) destacam que a esmeralda é uma das gemas que normalmente são lapidadas para aplicação em joalheria e um dos motivos é a sua importância em termos comerciais.

A esmeralda possui algumas características próprias importantes na hora de diferenciá-la de uma sintética ou de uma imitação, sendo as inclusões uma delas. Schumann (2006) salienta que somente as qualidades mais finas de esmeralda são completamente límpidas. Normalmente a esmeralda apresenta inclusões, porém, estas não são consideradas defeitos, desde que não sejam em quantidade e tamanho consideráveis, ou seja, as inclusões acabam por se tornar uma prova da autenticidade da pedra com relação às sintéticas ou imitações.

Tunes e Henriques (2001) citam as possíveis confusões com a esmeralda natural, sendo elas: esmeralda sintética, cromo-diopsídio, tsavorita, demantóide, uvarovita, gemas compostas, vidros verdes, berilo coberto com plástico verde, diopásio.

5. Métodos

Dois tipos de análise foram realizados: macroscópica e instrumental. A análise macroscópica serve para determinar características gerais. Já a análise instrumental, determina características mais específicas e tem o auxílio de diferentes tipos de equipamentos para a identificação das gemas. Os equipamentos utilizados neste trabalho pertencem ao Laboratório de Gemologia da UFRGS.

5.1 Análises macroscópicas

Segundo Juchem e Brum (2010), a análise macroscópica serve para observar as características mais evidentes da gema, com o intuito de obter informações básicas do material. Nesta etapa, são observadas características gerais que servem para posicionar a gema dentro de um provável grupo, eliminando hipóteses consideradas impossíveis.

5.1.1 Cor

“Cor é a característica mais importante das gemas. [...] A cor é produzida pela luz; luz é uma vibração magnética de determinados comprimentos de onda.” (SCHUMANN, 2006, p. 27)

Para que seja feita uma boa análise da cor, é adequado que o ambiente no qual a gema será analisada tenha paredes e pisos brancos e que a roupa do observador também seja branca ou cinza clara, de forma que não interfira na cor da pedra analisada.

5.1.2 Lapidação

“Denomina-se lapidação o corte, facetação e o polimento das pedras; lapidário é o especialista que lapida as pedras.” (SCHUMANN, 2006, p. 61)

Baseado na impressão óptica das gemas lapidadas Schumann (2006) divide-as em três grupos, ou tipos de lapidação: facetadas, lisas e mistas, como mostra a Figura 4. Além destes três tipos básicos, existe um número enorme de formas que derivam destas, as quais podem ser: redonda, ovalada, cônica, quadrada, retangular baguette, triangular e multifacetadas, dentre outras.

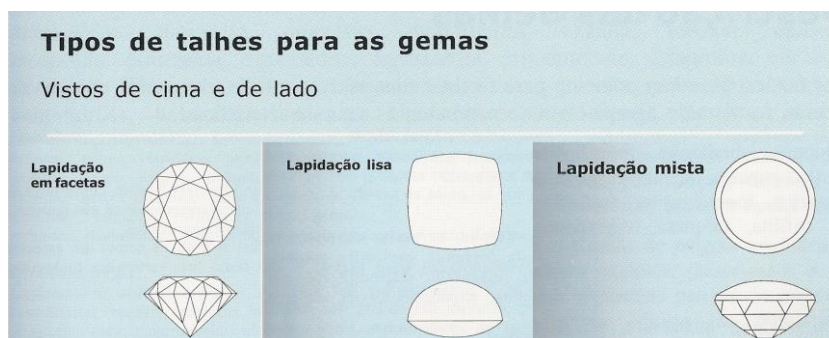


Figura 4 – Os três tipos básicos de lapidação utilizados em gemas. (Fonte: Schumann, 2006)

5.1.3 Propriedades ópticas

“Muitas propriedades ópticas das gemas podem ser avaliadas sem o uso de equipamentos, como a diafaneidade (maior ou menor capacidade de transmitir a luz), o brilho (vítreo, adamantino, etc.) [...]” (JUCHEM; BRUM, 2010, p. 35)

A Figura 5 apresenta um exemplo prático de como se pode identificar a diafaneidade de uma gema, classificando-as como transparente, translúcida ou opaca.

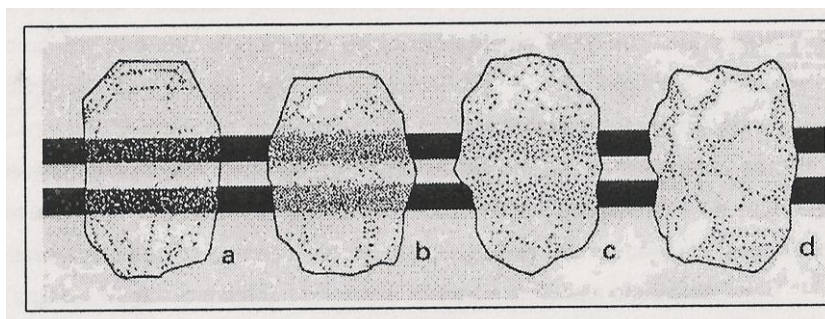


Figura 5 – Desenho esquemático mostrando a diafaneidade possível nas gemas: transparente (a), translúcida (b, c) e opaca (d). (Fonte: Juchem e Brum, 2010)

O brilho é a classificação da quantidade e qualidade da luz refletida pelas gemas, sendo dividido em brilho metálico e não metálico; este último por sua vez pode ser classificado como brilho vítreo (como o quartzo, esmeralda, etc.), adamantino (como no diamante), sedoso (como na gipsita fibrosa), resinoso (como no âmbar), graxo (como no jade) e nacarado (como na pérola).

5.2 Análises instrumentais

As análises instrumentais são aquelas que fazem o uso de algum tipo de aparelho, equipamento ou suporte que auxilie na identificação de certa propriedade. É necessário realizar uma análise instrumental quando as características que se desejam obter não podem ser percebidas a olho nu. Os equipamentos utilizados nesse trabalho estão descritos a seguir.

5.2.1 Paquímetro gemológico de precisão

Paquímetro é um instrumento utilizado para medir a distância entre dois lados simetricamente opostos em um objeto. O paquímetro é ajustado entre dois pontos e a medição é lida em sua régua. O paquímetro utilizado neste trabalho é da marca *Leveridge*, o qual possui um cursor móvel que permite uma precisão decimal de leitura através do posicionamento do ponteiro, como mostra a Figura 6. A leitura precisa das dimensões de uma gema é uma informação importante em um Certificado Gemológico, pois, junto com sua massa (peso) serve para diferenciá-la de possíveis substituições.



Figura 6 – Paquímetro gemológico de marca *Leveridge* utilizado nesta pesquisa. (Fotografia dos autores)

5.2.2 Balança de precisão

Nesta etapa foi utilizada uma balança hidrostática de marca *Marte*, que serve para obter a massa (peso) e a densidade das gemas (relação entre a massa e o volume da gema). Para obter-se a densidade, é avaliada a força de impulsão exercida por líquidos sobre os corpos neles imersos. Para assegurar a precisão dos resultados, a balança utilizada apresenta três dígitos decimais e pode ser medida em gramas ou em quilates.

“Toda pedra [...] é medida e pesada no ar e na água, aplicando-se em seguida uma fórmula que resulta na densidade” (GAMA, 2001, p. 14)

A Figura 7 mostra a balança utilizada e como o material fica posicionado quando imerso em água destilada para que seja feita a medição.



Figura 7 – Balança hidrostática utilizada neste trabalho, mostrando como uma gema fica imersa na água destilada para que seja feita a medição de sua densidade. (Fotografia dos autores)

5.2.3 Dicroscópio

O dicroscópio é um aparelho em que se observa uma propriedade óptica dos minerais chamada de pleocroísmo, que é a variação da cor conforme a direção em que a luz se propaga dentro de um cristal.

De acordo com Juchem e Brum (2010, p. 36), o dicroscópio é um equipamento constituído de “um pequeno cilindro, onde em uma extremidade estão colocados lado a lado dois polaróides com planos de vibração perpendiculares entre si, e no outro extremo uma lente.” O polaróide é um material que tem a propriedade de fazer com que a luz que o atravesse, vibre somente em uma direção. Uma gema pleocróica, quando observada através de um dicroscópio, exibirá diferentes cores lado a lado, pois cada polaróide só permite passar uma direção de vibração da luz, eliminando a outra e, em cada direção de vibração se deslocam diferentes comprimentos de onda da luz, que são identificados pelo olho humano como diferentes cores.

A Figura 8 mostra um esquema das partes internas do aparelho e o equipamento utilizado nesta pesquisa, de marca *Schneider*.

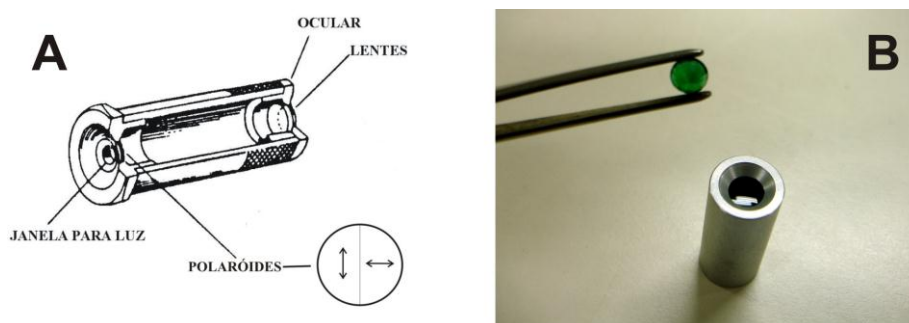


Figura 8 – (A) Esquema de funcionamento de um dicroscópio mostrando no detalhe os polaróides com a indicação (setas) dos planos de vibração da luz em cada um. (Fonte: Juchem e Brum, 2010);
(B) Equipamento utilizado nesta pesquisa. (Fotografia dos autores)

Existem gemas transparentes que apresentam distintas cores ou intensidades de pleocroísmo de acordo com a direção. [...] Quando há duas cores principais, se fala de dicoísmo e no caso de três cores de tricoísmo ou pleocroísmo. Este último termo se emprega também como nome coletivo para ambos os fenômenos. As gemas amorfas, as do sistema cúbico e as gemas incolores [...] não apresentam pleocroísmo. (SCHUMANN, 2006, p. 41)

5.2.4 Polariscópio

Este aparelho permite determinar se as gemas são isotrópicas ou anisótropas, dependendo de como ocorre a propagação da luz no seu interior.

De acordo com Juchem e Brum (2010, p. 26), substâncias isotrópicas são: “Minerais do sistema cúbico ou substâncias amorfas. A luz se propaga sempre com a mesma velocidade, em qualquer direção.” Já as substâncias anisótropas, são: “Todos os minerais que não são do sistema cúbico. A luz se propaga com velocidade variável, conforme a direção de propagação.”

De acordo com Juchem e Brum (2010, p. 36), “o polariscópio possui dois polarizadores, com planos de polarização da luz perpendiculares entre si. A luz polarizada proveniente de um polarizador, ao encontrar outro polaróide [...] cujo plano de vibração da luz esteja a 90° do plano de vibração do primeiro polarizador, é totalmente barrada. Se for colocada uma gema isotrópica entre os dois polaróides, nenhuma luz atravessa o aparelho e observa-se a gema escura. Já uma gema anisótropa, quando colocada entre os dois polaróides, permitirá a passagem de parte da luz e ficará alternadamente clara e escura quando girada.”

A Figura 9 mostra o equipamento utilizado neste trabalho (de marca *Schneider*) e como a gema é posicionada no aparelho para a avaliação.



Figura 9 – Polariscópio utilizado neste trabalho, com uma gema posicionada para análise entre os dois polaróides – um na parte inferior do aparelho (sobre o qual está a gema) e outro no suporte mais acima. (Fotografia dos autores)

5.2.5 Refratômetro

Com o refratômetro determina-se o valor numérico dos índices de refração (desvio na direção de propagação que a luz sofre ao atravessar uma gema) e a partir desses índices, calculam-se outras características importantes como caráter óptico, sinal óptico e valor numérico da birrefringência.

O grau de refração da luz nos cristais é constante nos vários tipos de gemas, podendo por isso ser usado na sua identificação. O grau de refração é chamado índice de refração e é definido como a relação proporcional entre a velocidade da luz no ar e na pedra. O desvio do raio de luz provém da diminuição da sua velocidade assim que ele penetra um outro meio [...] (SCHUMANN, 2006, p. 31)

Para Juchen e Brum (2010), as características definidas pelo refratômetro são essenciais para a identificação da gema, uma vez que são únicas e diagnósticas para uma espécie mineral. Geralmente é nesta etapa que acontece a identificação da espécie mineral.

Na prática, os valores da refração da luz podem ser lidos diretamente numa escala, como mostra o esquema da Figura 10, onde aparece também o refratômetro utilizado nesta pesquisa, de marca *Topcon*.

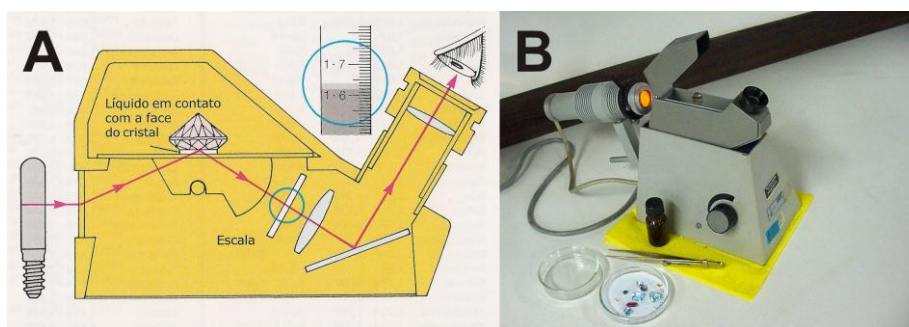


Figura 10 – (A) Esquema de funcionamento de um refratômetro. (Fonte: Schumann);

(B) Equipamento utilizado nesta pesquisa (Fotografia dos autores)

5.2.6 Filtros de cor

Os filtros de cor geralmente são utilizados como um método auxiliar na identificação de determinadas gemas. Eles são formados de uma película de vidro ou de resina, que tem a característica de absorver certos comprimentos de onda da luz, ou seja, absorvem certas cores. Os filtros utilizados para esta análise foram o de marcas *Goettingem* e *Chelsea*, mostrados na Figura 11.

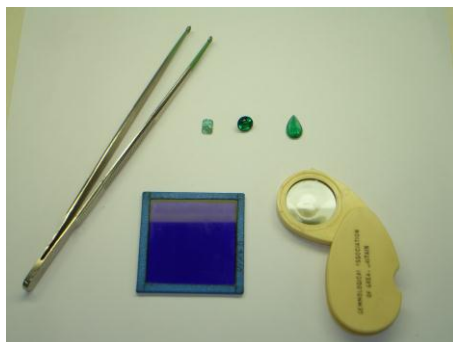


Figura 11 – Filtro de Goettingem (à esquerda) e de Chelsea (à direita) junto com as gemas examinadas neste estudo. (Fotografia dos autores)

“O exame por meio do filtro se baseia na observação da diferença entre a cor que apresenta uma gema quando observada a olho nu e a sua cor residual quando vista através do filtro.” (JUCHEM; BRUM, 2010, p. 40)

“O Filtro de Goettingem para esmeralda, consiste em uma película de cor violeta avermelhada, que absorve a maior parte da luz e transmite somente o vermelho profundo e o azul violeta.” (JUCHEM; BRUM, 2010, p. 41)

Conforme estes autores (p. 41), o Filtro de Chelsea consiste em: “uma película de cor verde oliva claro que absorve a maior parte da luz visível e transmite somente o vermelho profundo e o amarelo-verde.”

A esmeralda [...] quando observada com o Filtro de Chelsea ou com o Filtro de Goettingem, aparece com a cor vermelha. A esmeralda sintética também aparece vermelha ao exame com esse filtro, porém numa tonalidade mais intensa, fulgurante, o que permite na maioria das vezes diferenciá-la da natural. (JUCHEM; BRUM, 2010, p. 41)

5.2.7 Fluorescência

Esta etapa da análise é realizada com o auxílio de luz ultravioleta (UV) de onda longa (3150 a 4000 Å), que pode provocar uma reação nas gemas por ela irradiadas – emissão de luz com diferentes intensidades e cores características (fluorescência).

As causas da fluorescência nas gemas são certos fatores de interferência na rede cristalina. [...] A fluorescência não é conclusiva num exame porque muitas variedades de gemas podem fluorescer em cores completamente diferentes, enquanto outras da mesma variedade não reagem à luz ultravioleta. Na detecção de gemas sintéticas, por outro lado, a fluorescência pode ser determinante porque as sintéticas sob a luz UV freqüentemente reagem diferentemente das naturais. (SCHUMANN, 2006, p. 47)

A esmeralda natural pode ser inerte ou apresentar reações fracas a intensas sob luz ultravioleta, emitindo cores rosadas ou avermelhadas, dependendo da jazida da qual é proveniente. Já a esmeralda sintética em geral exibe uma cor de fluorescência vermelha brilhante. A Figura 12 mostra o equipamento utilizado neste estudo, de marca *Kriiss*.



Figura 12 – Equipamento de luz ultravioleta utilizado neste estudo. (Fotografia dos autores)

5.2.8 Microscópio gemológico

Conforme Juchem e Brum (2010), no microscópio gemológico as gemas são examinadas imersas em líquidos especiais, que possuem índice de refração semelhante ao da pedra. Esse procedimento tem como objetivo dificultar a reflexão da luz na superfície da pedra, proporcionando uma melhor observação do interior da mesma, com a intenção de identificar e descrever suas inclusões. A análise de inclusões realizada através do microscópio gemológico é o método mais seguro para determinar se uma gema é natural ou sintética. Justifica-se esta afirmação diante do fato de que as outras propriedades físicas e ópticas ainda podem ser idênticas à de sua equivalente natural. O microscópio utilizado nesta pesquisa é da marca *Schneider* e pode ser visto na Figura 13.

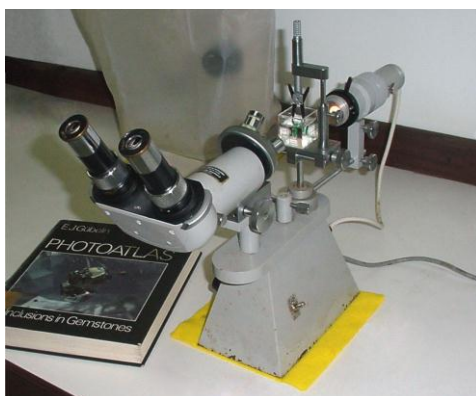





Figura 13 – Microscópio gemológico utilizado nesta pesquisa, mostrando como a gema é examinada imersa em uma cuba contendo um líquido especial. (Fotografia dos autores)

6. Resultados e discussões

No Quadro 1 observa-se os resultados dos testes práticos realizados neste estudo através da análise macroscópica, que serviram principalmente para caracterizar e identificar cada pedra. Até essa etapa de trabalho, qualquer uma das pedras examinadas ainda pode ser considerada como esmeralda.




Quadro 1 – Resultados da análises macroscópicas realizada nas gemas estudadas neste trabalho.

Análise			
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Cor	Verde claro	Verde profundo	Verde médio
Tipo de lapidação	Facetada	Facetada	Facetada
Forma da lapidação	Retangular	Redonda	Gota
Diafaneidade	Transparente a translúcida	Transparente	Transparente a translúcida
Brilho	Vítreo	Vítreo	Vítreo

No Quadro 2 observa-se os testes práticos realizados através da análise instrumental com os equipamentos descritos anteriormente. Esta etapa é decisiva para determinar se o material selecionado é ou não uma gema natural.

As abreviaturas seguintes possuem os respectivos significados: (d x a) para diâmetro x altura; (l x p x a) para largura x profundidade x altura; IF para inclusões fluidas.

Quadro 2 – Resultados das análises instrumentais realizadas nas gemas estudadas neste trabalho.

Análise	 Amostra 1	 Amostra 2	 Amostra 3
Dimensões	7,29x4,98x2,80 (l x p x a) mm	7,46x5,58 (d x a) mm	7,59x2,15x4,80 (l x p x a) mm
Densidade	2,754	2,806	3,874
Pleocroísmo	Fraco	Fraco	Inexistente
Cores de pleocroísmo	Verde claro e azul	Verde, verde escuro e azul	Inexistente
Polariscopia	Anisótropa	Anisótropa	Isótropa
Índices de refração	No= 1,585 Ne= 1,580	No= 1,578 Ne= 1,570	N= 1,650
Caráter óptico	Uniaxial negativo	Uniaxial negativo	Inexistente
Birrefringência	0,005	0,009	Inexistente
Filtro Goettingem	Vermelho	Vermelho rosado fulgurante	Vermelho escuro fechado
Filtro Chelsea	Verde	Verde rosado fulgurante	Verde escuro fechado
Fluorescência	Reação fraca de tom alaranjado	Inerte	Reação fraca de tom alaranjado
Microscopia	IF bifásicas; Fratura cicatriz.; Inclusões biotita;	IF mono/bifásicas; Fraturas cicatrizadas;	Bolhas de gás isoladas; Fraturas irregulares e onduladas;

Nota-se que as características obtidas nas análises macroscópicas coincidem em uma série de aspectos. As três amostras apresentaram a mesma cor, variando apenas em tonalidade. O tipo de lapidação é o mesmo, porém, em formatos diferentes. A diafaneidade oscila entre totalmente transparente e translúcida. Por fim, as três amostras apresentaram brilho vítreo.

Diante destas informações, ainda não é possível verificar a natureza das amostras, uma vez que a esmeralda natural também apresenta variação de tonalidade da cor verde, assim como as amostras analisadas. O tipo e a forma de lapidação são desconsiderados para avaliação da natureza, uma vez que qualquer tipo de gema pode receber qualquer tipo de lapidação e, portanto, esta característica é avaliada apenas em termos gerais. A diafaneidade da esmeralda natural varia de transparente a translúcida, assim como nas amostras examinadas. As três amostras apresentaram brilho vítreo, uma característica da esmeralda natural, mas sabe-se que as sintéticas e as imitações também podem ter esse mesmo tipo de brilho. Logo, nas observações de cor, diafaneidade e brilho não houve diferenciação representativa das amostras.

Nota-se que nesta etapa as três amostras apresentaram características de uma esmeralda natural, mas sabe-se que as sintéticas e imitações conseguem características macroscópicas muito semelhantes e até iguais às da natural. Portanto, não se descarta nenhuma hipótese quanto à natureza, apenas confirma-se que estão no grupo da esmeralda.

As informações seguintes, obtidas através das análises instrumentais, serão definitivas para a identificação da natureza das amostras, pois trazem características mais precisas e pontuais.

A densidade de uma esmeralda natural varia de 2,68 a 2,80. Observa-se que as amostras 1 e 2 estão dentro deste intervalo; já a amostra 3 excede em muito o limite superior deste intervalo. Conclui-se que, com um olhar voltado apenas para esta característica, as amostras 1 e 2 têm a densidade de uma esmeralda natural, sendo, no entanto, necessárias outras informações para classificá-las. Vale salientar que a densidade de um vidro varia de 2,30 a 4,50 e a amostra 3 encaixa-se dentro deste valor. Contudo, ainda é cedo para definições.

O pleocroísmo de uma esmeralda natural varia de fraco a forte e as cores variam entre verde e azul. As amostras 1 e 2 apresentam pleocroísmo fraco nas mesmas cores da esmeralda natural. Salienta-se que as cores do pleocroísmo de uma esmeralda sintética podem ser as mesmas de uma natural, o que nos impede ainda a ter alguma definição. Já a amostra 3, não apresenta pleocroísmo. Mais uma vez, as amostras 1 e 2 possuem características próximas às da esmeralda natural, também podendo ser consideradas sintéticas. Mas, a amostra 3, mais uma vez é eliminada como sendo esmeralda.

A esmeralda natural cristaliza no sistema hexagonal, sendo portanto, uma substância anisótropa. Para uma substância ser isotrópica, ela deve cristalizar no sistema cúbico ou ser amorfa. As amostras 1 e 2 apresentaram anisotropia, como a esmeralda natural; já a amostra 3 apresentou isotropia. Existem gemas naturais, sintéticas e artificiais que cristalizam no sistema cúbico ou são amorfas. Logo, ainda não podemos classificar a amostra 3, apenas desconsiderá-la como esmeralda natural.

Uma esmeralda natural apresenta dois índices de refração (birrefringente), com valores entre 1,577 a 1,583. Mais uma vez as amostras 1 e 2 estão de acordo com estes valores. A amostra 3 apresenta apenas um índice de refração (monorefringente), confirmando ser um

material isotrópico. Salienta-se que o índice de refração de um vidro varia de 1,300 a 1,900 e, portanto, mais uma vez a amostra 3 apresenta característica de vidro.

O caráter óptico de uma esmeralda natural é uniaxial negativo e a sua birrefringência (diferença entre os valores dos índices de refração máximo e mínimo) varia de 0,005 a 0,009. Novamente as amostras 1 e 2 encaixam-se dentro das características de uma esmeralda. Já a amostra 3, nem sequer possui birrefringência, uma vez que é uma substância isotrópica.

Uma esmeralda natural observada com os Filtros de Goettingem e Chelsea apresenta as cores vermelho e verde, como observado na amostra 1. Uma esmeralda sintética observada com os mesmos filtros apresenta as cores vermelho e verde, porém, fulgurantes, vivas e intensas, como exibido pela amostra 2. Sabe-se que as gemas sintéticas possuem a mesma composição química, estrutura cristalina e propriedades físicas de sua equivalente natural e, portanto, justifica-se até aqui a amostra 2 ter apresentado as mesmas características da amostra 1. Contudo, após a análise dos filtros, observa-se que a amostra 2 apresentou característica de esmeralda sintética, enquanto a amostra 1 permaneceu com características da natural. Já a amostra 3, mais uma vez caracteriza-se como uma imitação, pois não apresentou cores de esmeralda natural e nem de esmeralda sintética.

No resultado da fluorescência, pela primeira vez a amostra 3 apresentou característica de esmeralda natural, uma vez que esta possui fluorescência fraca. Diante de tantas características relevantes que mostraram que esta amostra não é esmeralda natural, resta concluir que foi apenas uma coincidência. A amostra 2 não apresentou característica de esmeralda natural.

Por fim, passamos para a última análise instrumental, que é a mais importante para definir se uma gema é natural ou sintética: a microscopia.

Na microscopia da amostra 1, localizaram-se algumas inclusões de biotita (Figura 14 A). A biotita é um mineral da classe dos silicatos, grupo das micas. É um mineral comum constituinte das rochas. Verificou-se também a presença de pequenas inclusões fluidas bifásicas (líquido e gás), em forma de tubo (Figura 14 B), dispersas irregularmente na amostra. Uma inclusão fluida significa uma cavidade dentro do mineral, contendo um fluido, o qual pode ser líquido ou gás. Também se verificou a presença de fraturas secas (não preenchidas) e de fraturas cicatrizadas irregulares, onde a superfície das fraturas é preenchida por resíduos do fluido mineralizante, em geral na forma de minúsculas inclusões fluidas mono e bifásicas (Figura 15 A e B). Essas características em conjunto são típicas de uma esmeralda natural.

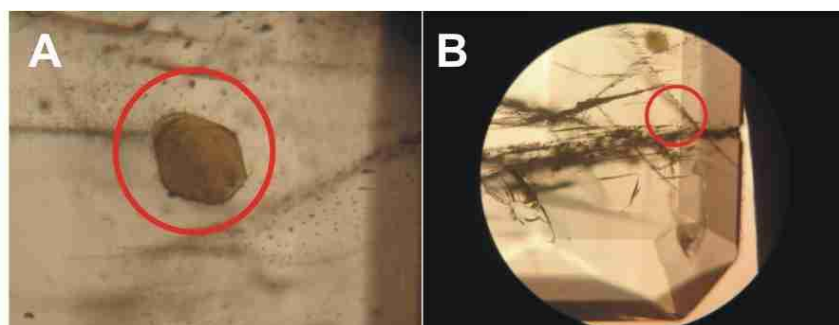


Figura 14 – Inclusões observadas na amostra 1: (A) Inclusão de biotita / (B) Inclusões fluidas bifásicas. (Fotografia dos autores)

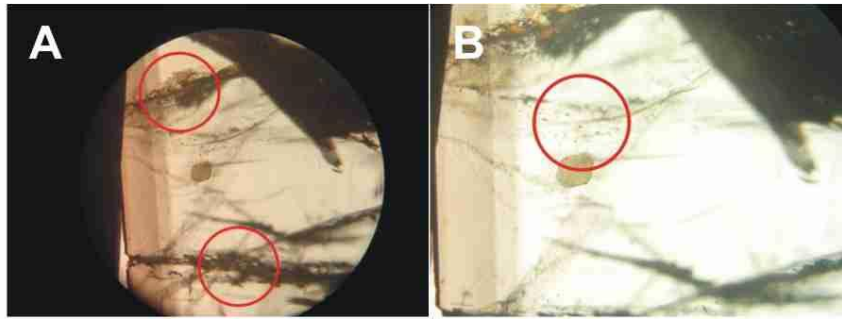


Figura 15 – Inclusões observadas na amostra 1: (A) Fraturas secas / (B) Fraturas cicatrizadas. (Fotografia dos autores)

Já na microscopia da amostra 2, localizaram-se fraturas cicatrizadas dispostas em ângulos quase retos (Figura 16 A). As inclusões fluidas encontradas eram mono e bifásicas (Figura 16 B) e estavam sempre posicionadas nas fraturas. Esta amostra não tinha inclusões fluidas isoladas e nem inclusões cristalinas. Essa característica, junto com as fraturas cicatrizadas, é típica de uma esmeralda sintética.

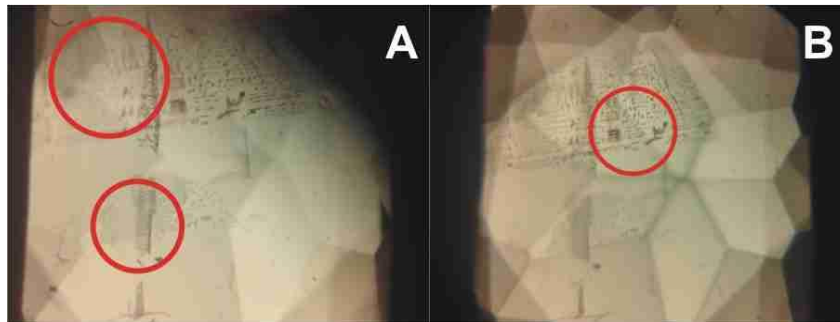


Figura 16 – Inclusões observadas na amostra 2: (A) Fraturas cicatrizadas / (B) Detalhe de inclusões fluidas mono/bifásicas ao longo das fraturas cicatrizadas. (Fotografia dos autores)

Por fim, na amostra 3 identificou-se a presença de fraturas irregulares e ondulantes (Figura 17 A) e a presença de bolhas de gás isoladas ao longo das fraturas (Figura 17 B). Uma gema natural nunca teria bolhas de gás isoladas, sendo esta uma característica do vidro e de algumas gemas sintéticas.

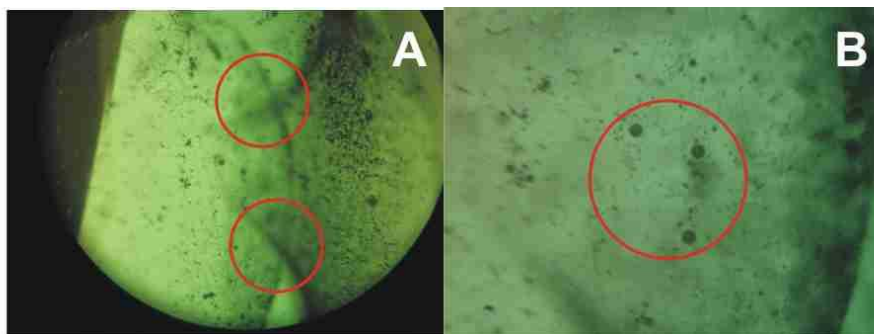


Figura 17 – Inclusões observadas na amostra 3: (A) Fraturas ondulantes / (B) Bolhas de gás isoladas. (Fotografia dos autores)

Na Figura 18 pode-se ver um gráfico com a relação de testes práticos feitos através das análises instrumentais. Percebe-se que desde o primeiro até o último teste a amostra 1 mostrou características de natural. Já a amostra 2, somente a partir do teste dos filtros passou a apresentar características de sintética, confirmando assim a sua origem. E, por fim, a amostra 3 permaneceu com características constantes de uma imitação de esmeralda, apresentando um desvio de padrão apenas na observação da fluorescência.

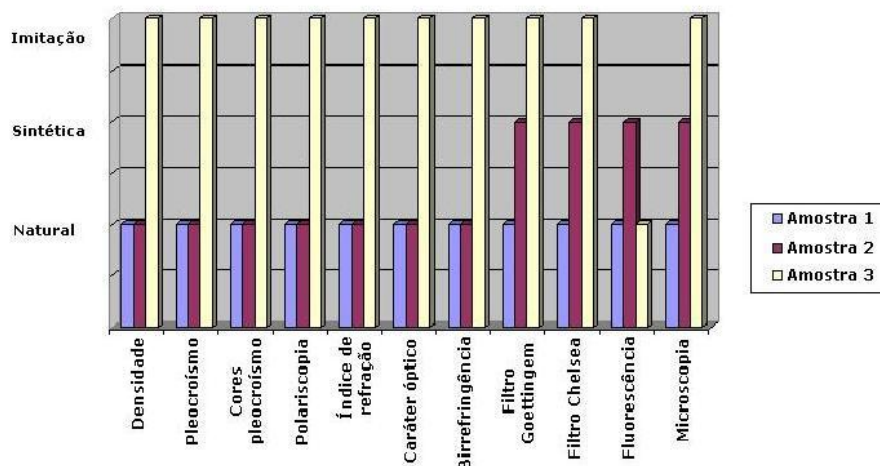


Figura 18 – Gráfico mostrando as interpretações das análises instrumentais efetuadas nas 3 gemas.

7. Conclusões

Através das análises efetuadas, conclui-se que a amostra 1 é uma esmeralda natural. Esta amostra desde os primeiros testes apresentou características de uma esmeralda natural, porém, muitas delas não eram decisivas, uma vez que uma gema sintética pode apresentar aspectos muito semelhantes à natural.

O que determinou a sua identificação como sendo natural, foram os testes com os filtros de absorção e, principalmente, o da microscopia. Esta foi decisiva, principalmente pelo fato de identificar uma inclusão de outro mineral (biotita) junto com inclusões fluidas bifásicas disseminadas, características que em conjunto são impossíveis em uma gema sintética. A biotita provavelmente já existia na rocha portadora da esmeralda e foi englobada pelo berilo durante o seu crescimento.

Conclui-se que a amostra 2 é uma esmeralda sintética. Esta amostra no início dos testes apresentou características que poderiam ser de uma esmeralda natural. Contudo, mais uma vez as análises com os filtros de absorção e a microscopia foram decisivas na identificação da amostra como sendo sintética. Sob os filtros de Chelsea e de Goettingem, essa amostra exibiu cores fulgurantes, o que não ocorre na esmeralda natural e é bastante característico da sintética. Ao microscópio localizou-se inclusões fluidas somente nas fraturas cicatrizadas, o que é uma característica típica de esmeralda sintética, pois as naturais apresentam também inclusões fluidas isoladas.

Por fim, conclui-se que a amostra 3 é um vidro imitando esmeralda. As características que levaram a identificar esta amostra como sendo um vidro foram a densidade, o caráter isotrópico, o índice de refração (o valor e o fato de ser monorefringente) e principalmente a microscopia. Através desta técnica, localizou-se bolhas de gás isoladas e ao longo de fraturas,

característica típica de vidro e de certas sínteses. Uma gema natural jamais terá bolhas de gás isoladas e as sínteses que possuem essa característica são birrefringentes, enquanto que o vidro é monorefringente, como a amostra 3 aqui examinada.

Informações:

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Laboratório de Design e Seleção de Materiais – LdSM
Endereço: Avenida Osvaldo Aranha, nº 99, sala 604.
Telefone: (51) 3308.3349
Porto Alegre – RS – BR

Flávia Lopes da Silveira – Possui graduação em Design: projeto de produto pelo Centro Universitário Franciscano – UNIFRA. Possui também especialização em Design: produto-gráfico e informação pelo Centro Universitário Ritter dos Reis – UniRitter. Possui mestrado em Design com ênfase em tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Tem experiência na área de Design, com ênfase em Design de Produto, Design de Superfície, Design Gráfico e Desenho Técnico. Atua principalmente nos seguintes temas: arte, design, cultura, sustentabilidade e tecnologia. E-mail: silveira.f@hotmail.com

Wilson Kindlein Júnior – Bolsista de Produtividade nível 1 do CNPq. Coordenador da Pós-Graduação Strictu Sensu em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul desde 2007. Coordenador do Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM/UFRGS). Pós-doutor em Design Industrial (França). Doutor na área de Engenharia de Materiais. Foi Coordenador do CA-DI/COENG/CNPq (2007- até 30 de junho de 2010). Membro do Colegiado do Departamento de Materiais - UFRGS. Membro do Comitê científico e editorial de revistas Nacionais e Internacionais. Membro da Comissão de Graduação do Curso de Design por duas gestões (2006/2009). Coordenador da Rede Manufatura Mecânica e Bens de Capital da SIBRATEC junto a Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e de Inovação (SETEC) do Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT (início em janeiro de 2009). E-mail: kindlein@portoweb.com.br

Pedro Luiz Juchem - Graduado em Geologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com especialização em Geociências pela mesma Universidade e em Gemologia pela Universidade Federal de Ouro Preto, MG. Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo, na área de mineralogia aplicada, com Pós-doutorado na Universidade de Stuttgart (Alemanha) na área de mineralogia e petrologia. Atualmente é Professor Associado III no Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde foi um dos fundadores e atualmente responsável pelo Laboratório de Gemologia do Departamento de Mineralogia e Petrologia. Também é professor no Curso de Pós-Graduação em Design, da Escola de Engenharia da UFRGS. Tem experiência nas áreas de mineralogia, gemologia, petrologia ígnea e metalogenia, atuando principalmente no estudo de geologia, mineralogia e gênese de depósitos de materiais de interesse gemológico, com projetos de pesquisa em desenvolvimento no RS, SC, PR e GO. E-mail: pedro.juchem@hotmail.com

Data de remessa:

1º envio 28/02/2011

2º envio 31/05/2011

3º envio 02/04/2012

Data de aprovação:**8. Agradecimentos**

Este trabalho foi realizado com o apoio do CNPq e CAPES. Também foi de vital importância o auxílio da Professora Lauren da Cunha Duarte, bem como do Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM) e do Laboratório de Gemologia (Labogem), ambos vinculados à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

9. Referências bibliográficas

CASTAÑEDA, C; ADDAD, J. E; LICCARDO, A. Gemas de Minas Gerais. 1 ed. Minas Gerais: SBG, 2001. 288p.

GAMA, J. Não aceite imitações. [Raf Design e Comunicação]. Diamond News, n.5, p. 1-22, fev./mar., 2001.

GOLA, E. A joia: história e design. São Paulo: Senac, 2008. 216p.

JUCHEM, P. L; BRUM, T. M. Gemologia para designers: curso básico de gemologia, 2010. 54f. Notas de Aula. Impresso.

NASSER, S. Sobre design de joia. [Grupo Tesor]. Pedras e Metais, n.2, p. 1-128, ano v, 2002.

SHUMANN, W. Gemas do mundo. 9 ed. São Paulo: Disal, 2006. 279p.

TUNES, M. R; HENRIQUES, H. S. Manual Técnico de Gemas. Brasília: DNPM e IBGM, 2001. 124 p.