DIAMANTES INCOLORES E CORADOS, IDENTIFICAÇÃO E DIFERENCIAÇÃO GEMOLÓGICA DE SUAS IMITAÇÕES

COLORLESS AND COLORED DIAMONDS, IDENTIFICATION AND DIFFERENTIATION GEMOLOGICAL OF THEIR IMITATIONS

Isaac Gomes de Oliveira
Universidade Federal do Ceará, UFC
Fortaleza, CE, Brasil
isaacgomes@alu.ufc.br

Linara Ivina de Castro Rodrigues
Universidade Federal do Ceará, UFC
Fortaleza, CE, Brasil
linara.rodrigues@alu.ufc.br

Marcelo Menezes Diniz Madruga
Universidade Federal do Ceará, UFC
Fortaleza, CE, Brasil
marceloodiniz@hotmail.com

Tereza Falcão de Oliveira Neri
Universidade Federal do Ceará, UFC
Fortaleza, CE, Brasil
tereza.neri@ufc.br

Resumo. O diamante possui imenso valor econômico, em setores como a joalheria, a indústria, e também para a sociedade através do impacto cultural e econômico; esse mineral possui durabilidade, raridade e ocorre em todas as cores. O diamante é formado praticamente por carbono puro, mas com quantidades menores de outros íons, estes são responsáveis pelas propriedades gemológicas com pequena variabilidade de acordo com a cor do mineral. Diamantes sintéticos existem em abundância no mercado, estes são idênticos aos naturais, mas possuem valor econômico bastante inferior. Doublets, triplets, as granadas, espinélios, GGG (gadolínio, gálio e granada), safiras, tanzanita, diopsídio, esfarelita e rutilos são algumas das melhores imitações existentes e que dão maior prejuízo ao comércio devido às possibilidades de confusão com o diamante, além de serem os mais usados nos golpes relacionados as gemas. Existe uma gama de minerais com boa qualidade gemológica que pode ser facilmente confundido com diamante devido as semelhanças visuais e de algumas propriedades ópticas. Esse estudo mostra uma metodologia gemológica, utilizando as propriedades ópticas e a densidade relativa para facilitar a identificação de diamantes (incolores e corados) a fim de diferenciá-los de suas imitações, sejam elas naturais, sintéticas ou artificiais; além de abordar uma distinção e identificação entre as próprias imitações, constituindo uma ferramenta didática e de fácil compreensão.

Palavras chave: diamante; caracterização gemológica; substitutos; gemologia.

Abstract. Diamond has immense economic value in sectors such as jewelry, industry and for society through cultural and economic impact; this mineral has durability, rarity and occurs in all colors. The diamond is formed practically by pure carbon, but with smaller amounts of other ions, these ions are responsible for the gemological properties with little variability according to the color of the mineral. Synthetic diamonds are in abundance on the market and they are identical to natural diamonds, but have a much lower economic value. Doublets, triplets, garnets, spinel, GGG (gadolinium, gallium and garnet), sapphires, tanzanite, diopside, sphalerite and rutiles are some of the best imitations and most damaging to trade due to the possibilities of confusion. There is a variety of minerals with good gemological quality that can easily be mistaken for diamond, due to the visual similarities and some optical properties. This study shows a gemological methodology, using the optical properties and the relative density, to facilitate the diamonds identification (colorless and colored) in order to differentiate the diamonds from its imitations, that natural, synthetic or artificial; besides approaching a distinction and identification among the imitations themselves, constituting a didactic and easy to understand tool.

Keywords: diamond; gemological characterization; substitutes; gemology.

INTRODUÇÃO

As gemas, materiais utilizados como adorno, são recorrentes na sociedade desde o apogeu de grandes impérios; entre todas as gemas conhecidas a mais notável, conhecida, presente na sociedade, de maior valor econômico e cultural é o diamante. Além de movimentar dezenas de bilhões de dólares no comércio anualmente, o diamante se faz presente na sociedade de outras formas. Seja na cultura popular através das jóias de monarquias, grifes, marcas, campanhas de marketing usando da imagem do diamante, ou de capas de revistas renomadas como *Rolling Stone* e *Forbes* tendo como capa de uma edição alguém com fama em uma banheira repleta de "diamantes" ou "pérolas". Além da presença na indústria fonográfica, sendo utilizado visualmente em videoclipes, ou presente em letras de músicas de artistas como Beatles, Madonna e Taylor Swift. As aparições do diamante também são recorrentes na indústria dos games virtuais, sendo o diamante e gemas em geral recompensas para os jogadores ao realizarem algum feito no jogo. Além disto, o diamante também faz parte da temática principal em diferentes produções cinematográficas

"hollywoodianas" como as produções "Ladrão de Diamantes" e "Diamante de Sangue" (com 5 indicações ao Oscar).

Com tamanho impacto comercial e social são recorrentes e muito usuais as várias tentativas de fraudes e golpes relacionados aos diamantes em virtude do seu valor excepcionalmente alto, sendo comuns o superfaturamento de gemas e a atividade comercial que envolva pedras sem nenhum valor econômico. No Brasil, as pedras preciosas mais utilizadas para a quitação de dívidas no judiciário são o Diamante, o Rubi, a Safira e a Esmeralda. O art. 655 do Código Civil brasileiro institui que bancos e órgãos governamentais aceitem pedras lapidadas em penhora quando uma dívida entra em cobrança na justiça; pela lei, jóias possuem tanto valor quanto o ouro (Lei n° 10.406, 2002).

O diamante pode ocorrer em todas as cores, suas propriedades ópticas são variáveis conforme a cor muda, somada ao fato, existe uma gama de minerais que podem se assemelhar visualmente a este mineral, que são utilizados como imitações e que compartilham características gemológicas em comum. O grupo do diamante tem um excepcional valor e importância comercial, tanto para joalheria quanto para a indústria, sendo usado como adorno e abrasivo, respectivamente. O diamante recebeu este nome devido a sua dureza; é considerado imperecível justamente por não haver nada comparável à sua dureza (Schumann, 2006). Em 2013 a produção mundial de diamantes foi de 130 milhões que quilates (ct) (Medeiros & Costa, 2014).

Tanto os diamantes mais acessíveis quanto as gemas célebres podem mudar bastante de proprietários no decorrer dos anos; como o diamante "Imperatriz Eugênia" que pertenceu primeiramente à czarina Catarina II (Rússia), a Grande, que o repassou a seu ministro o Príncipe Grigori Alexandrovich, o diamante chegou a posse de Napoleão III que presenteou sua esposa, a Imperatriz Eugênia; em 1870 foi vendida ao Marajá de Boroda, Índia, que ao ser deposto a perdeu para os ingleses (Cornejo & Bartorelli, 2010) o que aumenta exponencialmente os casos de fraudes.

Os diamantes são trazidos a superfície terrestre basicamente por kimberlitos e lamproítos. Em outros tipos de rocha aparecem raramente em pequena quantidade e dimensões, normalmente, minúsculas; outras rochas em que os diamantes são encontrados mais raramente incluem xenólitos de rochas plutônicas (eclogitos e peridotitos de piper), anexos em kimberlitos, bem como em placers de idade e gênese variados, nos quais eles são introduzidos após a desintegração das rochas-mãe ígneas diamanteíferas (Orlov,1973). Sabe-se que o Brasil foi a primeira nação ocidental a produzir diamantes, a partir dos depósitos aluvionares encontrados na região central de Minas Gerais, ao início do século XVIII. Por 150 anos o país permaneceu como o maior produtor mundial.

O diamante é um mineral com uma composição química muito uniforme; composto por carbono, somente sob a forma de traços se dá a ocorrência de outros elementos no interior de sua estrutura, sendo o nitrogênio o mais comum e o que revela maior abundância média (Chaves & Chambel, 2003). As propriedades observadas do diamante refletem grandemente a presença e a importância de outros elementos que não o carbono. A identificação de todos esses elementos, sua relação com quaisquer estruturas de defeitos, sua relação química e significado geoquímico são fundamentais para todos os estudos de diamante; 58 elementos foram estabelecidos como ocorrendo em diamante; destes, 53 são determinados por técnicas nucleares e 34 apenas por análise nuclear. O método de análise instrumental por ativação de nêutrons (INAA) domina as sondas nucleares analíticas, em grande parte porque é intrinsecamente multe elementar, sensível e não destrutivo, no sentido de que a amostra pode ser reanalisada posteriormente (Field, 1979).

Existem várias tentativas de copiar as características do diamante (principalmente a cor e o brilho) e até mesmo de substituí-lo; sendo o coríndon, granada, espinélio, turmalina, topázio, rutilo e zircão, que são muito semelhantes visualmente (quando de excelente qualidade) aos diamantes em diversas cores; também existem as gemas artificias produzidas quase que exclusivamente com esta finalidade, são elas: minkovita, niobato de lítio, titanato de estrôncio e zircônia cúbica. O termo imitações é usado para designar produtos (minerais ou materiais sintéticos) que imitam gemas naturais que são fabricados pelo homem no intuito de reproduzir efeito óptico, cor e aparência das gemas naturais ou sintéticas, mas não possuem suas propriedades físicas, químicas, nem a sua estrutura cristalina (Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos [IBGM], 2009). A caracterização gemológica é utilizada para identificar a proveniência do mineral (interferindo diretamente no valor comercial), pois gemas de países específicos são mais raras e valorizadas no comércio como o rubi da Birmânia, safira da Índia ou Birmânia, esmeralda da Colômbia (Groat *et al*, 2019) (Palke *et al*, 2019a,b) (Departamento Nacional de Produção Mineral [DNPM] & Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos [IBGM], 2009); e também para casos de perícia e investigação criminal.

Este artigo visa mostrar uma metodologia para facilitar a identificação de diamantes (incolores e corados) para diferenciá-los de suas imitações, sejam elas naturais, sintéticas ou artificiais; além de também

abordar uma distinção e identificação entre as próprias imitações. Todas as possibilidades de imitações foram testadas pelos autores ao longo de um ano, abordando todos os materiais, mesmos os de menor probabilidade estatística, que podem ser utilizados como substitutos pelas semelhanças visuais com os diamantes. Além de uma parte da metodologia citada ter sido utilizada em sala de aula na disciplina de Introdução a Gemologia, sendo nitidamente muito proveitosa e didática, tornando a identificação de gemas mais rápida, confiável e eficiente para os alunos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O método de trabalho proposto para análise dos diamantes (incolor e corados) e suas imitações incluiu a utilização de quase todos os instrumentos gemológicos, sendo aplicado o uso de refratômetro, polariscópio, dicroscópio, lâmpada fluorescente e microscópio gemológico, a diferenciação de materiais só pode ser concluída com a comparação e análise das diferentes propriedades ópticas aferidas, uma vez que cada um deles apresenta peculiaridades. Os resultados obtidos com cada um dos equipamentos somados aos dados extraídos de pesquisas bibliográficas permitiram a confecção de tabelas que possibilitam identificar os diamantes e distinguir as imitações entre sí.

REFRATÔMETRO/ REFRATÔMETRO DIGITAL

Este instrumento é um dos mais úteis e precisos em gemologia para identificação das gemas, com ele é possível medir o índice de refração do mineral, desde que este índice esteja entre 1.40 a 1.81 e que o cristal seja transparente ou translúcido; quando o índice supera 1.81 é utilizado o refratômetro digital. É possível ainda determinar a birrefringência, caráter e sinal óptico das gemas analisadas.

Gemas podem ser classificadas como anisotrópicas ou isotrópicas, neste último caso, a substância pertence ao sistema cristalino cúbico, em que apenas um índice de refração (n) pode ser identificado no mineral, neste há falta de birrefringência, caráter e sinal óptico. Caso seja anisotrópico de caráter uniaxial, independentemente do sinal óptico, pertencerá a um desses sistemas cristalinos: Trigonal, Tetragonal e Hexagonal; se o mineral for de caráter biaxial, pertencerá aos sistemas cristalinos Ortorrômbico, Monoclínico ou Triclínico, (Anderson, 1984). Ao obter-se dois raios (*no* e *ne*) nos minerais uniaxiais e três nos biaxiais (*nx, ny* e *nz*). Com estes dados pode ser obtido o elipsoide e determinar de forma gráfica ou matemática se é uniaxial ou biaxial e o caráter óptico.

POLARISCÓPIO

Este instrumento permite identificar se o material analisado é anisotrópico ou isotrópico, isto é, se ela se cristaliza em seis dos sete sistemas cristalinos (anisotrópico) ou no sistema cúbico (isotrópico) (Hurlbut Jr., 1979). Quando a luz atravessa um polarizador de direção Norte-Sul e ao encontrar outro polarizador que está na direção Leste-Oeste, esta luz é totalmente barrada; ao olhar através desses polarizadores perpendiculares se observa a não passagem da luz. Ao colocar uma gema anisotrópica entre os dois polarizadores, a luz ao atravessar este mineral se torna dois raios plano polarizados. Quando se rotaciona a gema de modo que o plano de polarização de um dos raios coincide com o plano do polarizador, a luz atravessa o mineral sem se desdobrar em dois; nesta situação o raio de luz não passa pelo polarizador e o mineral fica escuro. Ao continuar girando a gema, esta sai deste plano e o raio de luz volta a se tornar dois e um destes consegue passar pelo polarizador, deste modo a gema fica clara. Ao rotacionar a gema 45 graus esta ficará clara, girando mais 45 ela ficará escura (extinta) e assim sucessivamente.

DICROSCÓPIO

Com a utilização deste instrumento é possível visualizar o pleocroísmo das gemas. O pleocroísmo é causado pela absorção distinta da luz nos cristais birrefringentes, este é classificado de três formas; se a mudança de tonalidade no mineral for muito visível o pleocroísmo é classificado como forte, quando a variação não é tão visível este é tido como médio e quando a mudança é pouco perceptível é classificado como fraco. Este fenômeno não ocorre em gemas isotrópicas, amorfas e opacas, tampouco na maioria das translúcidas (Schumann, 2006). Esta mudança nas cores da gema analisada, quando se rotaciona o dicroscópio rente a um mineral, é decorrente da falta de compensação dos índices de refração de gemas anisotrópicas. É considerada uma consequência de minerais com os índices de refração muito diferentes; quando ocorre uma compensação de $no > ne$ ou $ne > no$ para os minerais uniaxiais e $nz > nx$ ou $nx > nz$ para os minerais biaxiais.

LÂMPADA DE LUZ ULTRAVIOLETA

A fluorescência é um método de grande importância para a identificação das gemas, ela é causada pela presença de elementos químicos ativadores que ocorrem na estrutura cristalina do mineral (Schumann, 2006), contudo é um método pouco eficaz para os minerais que possuam elevado teor de ferro em sua composição química, pois este elemento interfere diretamente neste fenômeno óptico. A fluorescência pode ser aferida em laboratório através do uso de lâmpadas de luz ultravioleta e em um ambiente escuro ou com pouca iluminação.

MICROSCÓPIO GEMOLÓGICO

O Microscópio Gemológico é muito útil para o gemólogo, seu funcionamento é simples, mas cheio de detalhes, assim, é necessário atenção e conhecimento para fazer as observações necessárias. Este equipamento permite a leitura imediata dos diversos tipos de zoneamento de cores, inclusões sólidas e fluidas, fraturas na estrutura do cristal (*healed fractures*), manchas e alterações cristalinas (*fingerprints*) e inclusões aciculares (*silk inclusions*) (Hughes, 2017), ou seja, possibilita visualizar o interior das gemas, além da obtenção de informações ópticas.

Através dos diferentes tipos de inclusões, linhas de crescimento curvas, resquícios do fundente, faixas de cor curvilíneas, inclusões metálicas em alguns minerais e bolhas de ar; torna-se possível identificar substâncias de origem natural, sintética e artificial.

O uso deste equipamento é de suma importância na identificação de estruturas internas dos materiais e essencial no reconhecimento de *doublets e triplets* visto que o material apresentará uma cintura modificada e espessa, por se tratar de dois ou três materiais diferentes, sendo que ao microscópio gemológico ele poderá apresentar duas ou três tonalidades internas diferentes, conforme mudados os ângulos de observação.

BALANÇA HIDROSTÁTICA

O método de se obter a densidade relativa com uma balança hidrostática baseia-se no princípio de Archimedes. Determina-se o volume da gema a ser estudada e a densidade relativa é então facilmente calculada. O objeto a ser determinado é pesado primeiramente no ar (no prato da balança sob a plataforma) e depois na água (na cestinha dentro do copo com água); em seguida utiliza-se a fórmula da densidade que é d = m/v. O peso não é, na realidade, um atributo constante; depende da magnitude da gravidade no respectivo local onde ela é medida. A densidade relativa é uma propriedade independente de local e tamanho da amostra. Ela é definida como peso por volume, representado em g/cm3 e/ou kg/m3 (Schumann, 2006).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Por se tratar de um compilado de informações a nível mundial, seria errôneo criar uma tabela com os dados gemológicos de espécimes adquiridos, logo foi realizada uma extensa pesquisa bibliográfica caracterizadas por amplas consultas bibliografias que foram essenciais para a aquisição dos referidos dados com as propriedades gemológicas mais atualizadas (como no caso da turmalina) e finalização da tabela (subdividida de acordo com as cores dos diamantes). Alguns minerais da mesma espécie possuem características gemológicas distintas, dependendo da proveniência, país de origem do mineral (as variações decorrem da história genética do mineral, que depende do contexto geológico de sua formação); principalmente no que se diz respeito ao pleocroísmo e à fluorescência, sabe-se que a mudança de cor na gema e demais características sejam consequências de um ou mais elementos químicos associados ou não a defeitos na rede cristalina. Em razão da ampla gama de materiais que podem ser utilizados como imitações dos diamantes, consultaram-se o trabalho de Arem (2019), Bonewitz (2013), Gemological Institute of America [GIA] (2018), Gunther (1981), Hurlbut Jr. (1979), IBGM (2009), Kennedy & Johnson (2016), Nassau (1980), Nassau (1983), Orlov (1973), Schumann (2006), Smith & Wang (2016), Tang et al. (2017) e Webster (1981).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram elaboradas tabelas visando à identificação e diferenciação mais eficiente das imitações e substitutos dos diamantes (incolores e corados). Para a elaboração destas, tendo-se como base o desenvolvimento de uma metodologia visando uma rápida aferição dos diamantes, foram colocados em negrito e sublinhado as características que permitem a diferenciação entre o substituto/imitação do diamante, enquanto as demais aludem às características em comum não permitindo a sua distinção com o diamante. Vale ressaltar que

alguns parâmetros não foram enumerados na tabela (Tabela 1) devido às suas extensas variabilidades. Ressaltando que todos os minerais listados podem ser utilizados como imitação de diamantes, mesmo os que, estatisticamente, possuem uma probabilidade menor.

O refratômetro proporciona uma diferenciação do diamante com a imitação quase que imediata, a grande maioria dos substitutos tem o índice de refração bastante diferente do diamante; porém apenas esta característica não basta para uma identificação, além de que em alguns pode haver complicações na leitura. Este instrumento é o mais útil para identificação e diferenciação de diamantes.

O polariscópio apesar de proporcionar quase que de imediato uma diferenciação dos diamantes em relação as suas imitações, não possui muita segurança para este método. Existem casos de materiais isotrópicos que exibem uma falsa anisotropia; colocando em discussão sua eficiência como primeiro instrumento a ser utilizado; foi utilizado o refratômetro como instrumento primário e central desta identificação por apresentar uma segurança de leitura.

Com o dicroscópio foi possível constatar uma característica que confere segurança na identificação, o pleocroismo. Porém, gemas com dicroísmo classificado apenas como presente possuem grande variabilidade no grau de absorção, indo de baixa absorção (pleocroismo fraco) até alta (pleocroismo forte); estes minerais com variabilidade nesta característica não permitem uma diferenciação segura em relação aos diamantes de cores azul e verde.

A lâmpada de luz ultravioleta não se faz útil ao analisar os diamantes incolores, pois estes possuem fluorescência variável (tabelada como presente) ou não possuem a luminescência. Contudo, mostra-se eficiente na análise e comparação das demais cores com as imitações, principalmente das cores vermelho, azul e verde.

A balança de precisão (se estiver devidamente calibrada) pode fornecer uma característica (densidade relativa) rápida na identificação de diamantes e das imitações. Poucas gemas possuem uma densidade próxima a do diamante (3.55 g/cm^3), dentre a gama de minerais que podem ter uma densidade muito próxima ou a mesma deste mineral são: topázio, turmalina, epidoto, rodocrosita, rodonita, cianita, esfênio, espinélio crisoberilo e granada incolor (leucogranada). Vale ressaltar que as balanças hidrostáticas são muito sensíveis ao peso dos materiais, qualquer alteração ou instabilidade pode resultar em uma grande variação na densidade das gemas, ocasionando um erro na identificação.

Os *doublets* e *triplets* possuem uma grande variabilidade nas características ópticas, o que os tornam bons substitutos devido ao difícil reconhecimento. Para estas gemas montadas o uso do microscópio gemológico torna possível uma identificação de forma precisa, este tipo de imitação só será discernido através de suas propriedades físicas, que são imensamente diferentes da gema natural apresentando cintura modificada, cores diferenciadas, irregularidades e ondulações na superfície, especialmente nas zonas de limite entre a gema natural e o material usado para montagem. Contudo, o refratômetro poderá revelar mais de um índice de refração de um material; e o polariscópio poderá mostrar anisotropias ou isotropias de materiais distintos, ao serem analisados com a coroa perpendicular às lentes polarizadoras. Do mesmo modo, os diamantes sintéticos só podem ser distinguidos com precisão dos naturais por meio do microscópio gemológico, as demais gemas coradas sintéticas comumente mostram bolhas de ar, linhas de crescimento curvilíneas e faixas de cor curvas na estrutura, que embora possam estar presentes em padrão semelhante nas gemas naturais na forma de inclusões fluidas; os diamantes sintéticos normalmente apresentam inclusões metálicas e/ou nuvem de inclusões metálicas, todas estas características internas conferem um importante fator de diferenciação.

Os diamantes de cor vermelha possuem como imitações de maior dificuldade de reconhecimento a granada almandina, espinélio, GGG (gadolínio, gálio e granada) e o diamante sintético, estes possuem poucas características que permitem uma distinção. Como a refração da granada, espinélio e GGG; a ausência de fluorescência na almandina e as estruturas internas do diamante sintético, como inclusões metálicas e nuvem de inclusões metálicas.

Os diamantes azuis possuem como imitações de maior dificuldade de reconhecimento o espinélio, turmalina e o diamante sintético. As características distintivas são a refração, dicroísmo e fluorescência para o espinélio, e as duas últimas para a turmalina. Para o diamante sintético as propriedades distintivas são o pleocroismo, fluorescência e a estrutura interna.

Os diamantes laranja têm como imitações mais difíceis de serem identificados o espinélio, espessartita e o diamante sintético; os dois primeiros só podem ser diferenciados por causa da refração e das estruturas internas. O sintético apenas pelas inclusões e presença de fluorescência.

Os diamantes amarelos possuem como imitações de maior dificuldade de reconhecimento o espinélio, granada e o diamante sintético. As características distintivas são a refração, fluorescência e inclusões para a

granada, e as duas últimas para o espinélio. Para o diamante sintético as propriedades distintivas são a fluorescência e a estrutura interna.

Os diamantes verdes têm como imitações mais difíceis de serem identificados o diopsídio, as granadas demantóide e uvarovita, e o diamante sintético; o primeiro só pode ser diferenciado por causa da refração, caráter óptico, anisotropia e das estruturas internas; as granadas apenas pela refração, pleocroismo fluorescência e aspectos internos. O sintético apenas pelas inclusões, fluorescência e dicroísmo. Em termos gerais é de fácil reconhecimento as imitações do diamante verde.

Os diamantes de cor violeta possuem como imitações de maior dificuldade de reconhecimento o espinélio e o diamante sintético, estes possuem poucas características que permitem uma distinção. Como a refração e inclusões espinélio. O sintético tem fluorescência e estruturas internadas diferentes do natural. O rutilo, safira, tanzanita e zircão não possuem pleocroismo e fluorescência, assim como o diamante violeta.

Os diamantes rosas possuem como imitações de maior dificuldade de reconhecimento o espinélio, granada e o diamante sintético. As características distintivas são a refração e inclusões para ambos, granada e espinélio. Para o diamante sintético as propriedades distintivas são a fluorescência e a estrutura interna. Em termos gerais é de fácil identificação as imitações do diamante rosa.

Os diamantes incolores têm como imitações mais difíceis de serem identificados a esfarelita, espinélio, GGG (gadolínio, gálio e granada), leucogranada, YAG (ítrio, alumínio e granada), o diamante sintético e a fabolita; os cinco primeiros só podem ser diferenciados por causa da refração e das estruturas internas. O sintético e a fabolita apenas pelas feições internas. Dentre todas as cores que o diamante possui, o incolor possui o maior número de imitações com maiores semelhanças ópticas com o diamante; com destaque para a fabolita que só pode ser diferenciada do diamante em razão das inclusões.

Materiais como o vidro, *doublets*, *triplets* e diamantes sintéticos são responsáveis pelos casos de difícil reconhecimento e distinção com os diamantes naturais. Em razão da grande variabilidade das propriedades gemológicas ou por possuírem as mesmas propriedades ópticas (diamantes sintéticos); tornando o microscópio gemológico o principal instrumento de identificação nestes casos, em razão das diferenças nas estruturas internas destas gemas em relação aos substitutos que podem ser identificados utilizando este instrumento.

Vale ressaltar que após todos os critérios de diferenciação e caracterização todo material identificado como diamante deve ser submetido à análise minuciosa com o uso do microscópio gemológico, uma vez que este aparelho permite a distinção com precisão entre gemas naturais e sintéticas.

CONCLUSÃO

Além da Tabela 1 trazer uma contribuição técnica e científica que facilita a identificação dos diamantes e de suas imitações ela também tem utilidade em níveis de graduação, ensino técnico e também para entusiastas da área, pois esta representa um agente facilitador da identificação do mineral e torna-se uma ferramenta didática e de fácil compreensão.

Por meio das consultas bibliográficas acuradas foi possível realizar de forma satisfatória e com dados atualizados, a metodologia para distinção e identificação dos possíveis substitutos para as variações dos diamantes. O produto final desta pesquisa, a tabela, possui grande precisão em razão da organização, além de possuir os dados das gemas em versões muito atualizadas; como no caso das turmalinas, rutilos e granadas que tiveram acréscimos expressivos em suas propriedades e que infelizmente tais atualizações são pouco difundidas. Devido à grande demanda sociocultural e o altíssimo valor dos diamantes no comércio e o preço inferior das imitações, torna-se usual a possibilidade de vendas de laudos fraudulentos no mercado; uma vez que possuir diamante (s) pode ser uma demonstração de riqueza e prestígio em algumas culturas e camadas sociais. Outras gemas, diamantes sintéticos, gemas artificiais, *doublets* e *triplets* podem apresentar cor e brilho que podem ser muito semelhantes aos diamantes (corados e incolores), porém podem ser identificados com certa facilidade, dependendo do espécime que foi utilizado como imitação.

Com o uso do refratômetro é possível descartar a possibilidade de diversas imitações por causa das disparidades referentes ao índice de refração; o uso deste instrumento confere uma pré-identificação mais rápida, pois a maioria das imitações possui um índice de refração bastante inferior ao do diamante.

Caso não seja possível aferir a refração dos diamantes, outros instrumentos podem ser igualmente úteis quando utilizados em conjunto; como o dicroscópio, polariscópio, lâmpada ultravioleta e balança de precisão. A balança de precisão pode ser um instrumento essencial para confirmar a identificação de uma gema, desde que esteja devidamente calibrada; principalmente neste estudo, pois poucos minerais tem uma densidade semelhante à do diamante.

Vários minerais (naturais ou artificiais) com a granada almandina e espessartita, espinélio, GGG, safira, lazulita, topázio, zircão, hiddenita, rutilo, tanzanita, esfarelita, fabolita, leucogranada, YAG e zircônia cúbica possuem poucas características ópticas, entre uma e três, que conferem uma distinção segura do diamante; tornando-as imitações com maior probabilidade de uso nos casos de fraudes.

Materiais como o vidro, *doublets*, *triplets* e diamantes sintéticos são responsáveis pelos casos de difícil reconhecimento e distinção com os diamantes naturais. Em razão da grande variabilidade das propriedades gemológicas ou por possuírem as mesmas propriedades ópticas (diamantes sintéticos); tornando o microscópio gemológico o principal instrumento de identificação nestes casos, em razão das diferenças nas estruturas internas destas gemas em relação aos substitutos que podem ser identificados utilizando este instrumento.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

Anderson, B.W. (1984). ***Identificação das Gemas***. Rio de Janeiro: Livro Técnico.

Arem, J. E. (2019). **Diamond Value, Price, and Jewelry Information**. Recuperado em 13 de março, 2020, de https://www.gemsociety.org/article/diamonds/.

Bonewitz, R.L. (2013). ***Gemas e Pedras preciosas***. São Paulo: DISAL Editora.

Departamento Nacional de Produção Mineral; Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos. (2009). ***Boletim referencial de preços de diamantes e gemas de cor*** (6a ed.). Brasilia: Convênio DNPM/IBGM, p. 201.

Lei n° 10.406, de 10 de janeiro de 2002 (2002). Institui o Código Civil. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

Byrne, K. S., Anstie, J. D., Chapman, J., & Luiten, A. N. (2013). Infrared Microspectroscopy of Natural Argyle Pink Diamond [Review of Infrared Microspectroscopy of Natural Argyle Pink Diamond]. **Gems & Gemology**, 49(2), 125–129.

Chaves, M. L. & Chambel, L. (2003). ***Diamante: a pedra, a gema, a lenda***. São Paulo: Oficina de textos.

Cornejo, C. & Bartorelli, A. (2010). ***Minerais e Pedras Preciosas do Brasil***. São Paulo: Solaris.

Field, J. E. (1979). ***The Properties of Diamond***. Massachusetts: Academic Press.

Gemological Institute of America. (2018). **Diamond Identification**. Recuperado em 13 março, 2020, de https://www.gia.edu/gems-gemology/fall-2018-speakers-diamond-identification>.

Groat, L.A., Giuliani, G., Stone-Sundberg, J., Sun, Z., Renfro, N.D. & Palke, A.C. (2019). A Review of Analytical Methods Used in Geographic Origin Determination of Gemstones. **Gems & Gemology**, 55(4), 512-536.

Gunther, B. (1981). ***Tables of Gemstone Identification***. Kirschweiler: Verlagsbuchhandlung Elisabeth Lenzen.

Hughes, R.W. (2017). ***Ruby & sapphire: A Gemologist's guide***. Bangkok: RWH Publishing/Lotus Publishing.

Hurlbut JR., C. S. & Switzer, G. S. (1979). ***Gemology***. New York: John Wiley & Sons.

Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Pr eciosos. (2009). ***Manual Técnico de Gemas***. (3a ed.) revisada, Brasília: Convênio DNPM/IBGM, p.215.

Kennedy, L. & Johnson, P. (2016). Yellow Synthetic Diamond with Nickel-Related Green Fluorescence. **Gems & Gemology**, 52(2), 196-197.

Medeiros, K.A. & Costa, M.M.D. (2014). **Diamante**. *In*: Lima, T.M. & Neves, C.A.R.N. (Coordenadores), Sumário Mineral. Brasília: DNPM, 62-63.

Nassau, K. (1980). ***Gems Made by Man***. Pennsylvania: Chilton Book Company.

Nassau, K. (1983). ***The Physics and Chemistry of Color: The fifteen Causes of Color***. New York: John Wiley & Sons.

Orlov, Y. L. (1973). ***The Mineralogy of the Diamond***. New York: John Wiley & Sons.

Palke, A.C., Saeseaw, S., Renfro, N.D., Sun, Z. & Mcclure, S.F. (2019a). Geographic Origin Determination of Blue Sapphire. **Gems & Gemology**, 55(4), 536-579.

Palke, A.C., Saeseaw, S., Renfro, N.D., Sun, Z. & Mcclure, S.F. (2019b). Geographic Origin Determination of Ruby. **Gems & Gemology**, 55(4), 580-612.

Schumann, W. (2006). ***Gemas do Mundo***. São Paulo: DISAL Editora.

Smith, E. M. & Wang, W. (2016). ***Fluid CH4 and H2 Trapped Around Metallic Inclusions in HPHT Synthetic Diamond***. Recuperado em 13 março, 2020 de https://www.gia.edu/gia-research-metallic-inclusion-hpht-synthetic-diamond.

Tang, S.; Song, Z.; Lu, T.; Su, J.; Ma, Y. (2017). Two natural type IIa diamonds with strong phosphorescence and Ni-related defect. **Gems & Gemology**, 53(4), 476-478.

Webster, R. (1981). ***Gems***. London: Butterworths.

Tabela 1. Propriedades óticas dos diamantes gemológicos e suas imitações.

TABELA DE VARIAÇÕES DOS DIAMANTES							
Gema/ Material	**Refração**	**Polariscópio**	**Caráter e sinal óptico**	**Pleocroísmo**	**Fluorescência**	**Microscópio**	**Densidade relativa (g/cm³)**
DIAMANTE VERMELHO							
Diamante vermelho	**2.41**	**Isotrópico**	**Ausente**	**Ausente**	**Presente**	**Inclusões angulares, fratura, clivagem**	**3.55**
Almandina	**1.77-1.82**	Isotrópico	Ausente	Ausente	**Ausente**	**Inclusões de cristais, Inclusões fluidas, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**3.95-4.30**
Berilo vermelho	**1.56-1.57**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente Forte**	**Ausente**	**Tubos compridos e ocos, cristais negativos, fraturas preenchidas e vazia, inclusões bifásicas**	**2.68-2.90**
Diamante sintético	2.41	Isotrópico	Ausente	Ausente	**Ausente**	**Inclusões metálicas, nuvem de inclusões metálicas**	3.55
Epidoto (Piedmonita)	**1.73-1.83**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente Forte**	**Ausente**	Clivagem, **inclusões**	3.45-**3.52**
Espinélio	**1.71-1.92**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Presente	Fratura, clivagem**, Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**4.04**
GGG	**1.96-1.97**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Presente	**Bolhas de gás**	**7.08**
Niobato de lítio	**2.21-2.30**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente Forte**	**Ausente**	Inclusões de múltiplos lados **(resíduos, do cadinho)**	**4.65**
Rodocrosita	**1.60-1.76-1.78-1.82**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Ausente	Fraca	Fratura, clivagem**, Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	3.4-**3.6**
Rodonita	**1.71-1.75**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente**	**Ausente**	Fratura, clivagem**, Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	3.57-**3.76**
Rubi	**1.76-1.78**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Forte à Ausente**	Forte à **Ausente**	Fratura**, Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**3.90-4.00**
Rutilo	**2.60-2.90**	**Anisotrópico**	**Uniaxial**	**Presente**	**Ausente**	Clivagem, fratura	**4.2-5.6**

			+			Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento	
Scheelita sintética	1.91-1.93	Anisotrópico	Uniaxial +	Presente	Forte	bolhas de gás , estrias curvas, inclusões de metais	5.9-6.3
Topázio	1.61-1.64	Anisotrópico	Biaxial +	Presente	Fraca	Clivagem, fratura, Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento	3.50
Turmalina	1.61-1.82	Anisotrópico	Uniaxial -	Presente	Ausente	Fratura, inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento	2.82-3.82
Zircão	1.8-2.05	Anisotrópico	Uniaxial +	Presente Fraco	Fraca	Clivagem, fratura, Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento	4.08-4.60
Vidro	----------	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	Bolhas de ar	----------
Doublets	----------	----------	---------	-------	----------	Cintura modificada/ espessa, 2 cores internas diferentes	----------
Triplets	----------	----------	---------	------	----------	Cintura modificada/ espessa, 3 cores internas diferentes	----------
			DIAMANTE AZUL				
Diamante Azul	2.41	Isotrópico	Ausente	Presente Fraco	Ausente	Inclusões angulares, fratura, clivagem	3.55
Água-marinha	1.57-1.60	Anisotrópico	Uniaxial -	Presente	Ausente	Fratura, tubos de crescimento, inclusões	2.70-2.84
Apatita	1.62-1.65	Anisotrópico	Uniaxial -	Presente Forte	Fraca	Clivagem, fratura, inclusões	3.10-3.35
Benitoita	1.75-1.80	Anisotrópico	Uniaxial +	Presente Muito Forte	Presente	Fratura, inclusões	3.65
Cianita	1.71-1.73	Anisotrópico	Biaxial -	Presente	Fraca	Clivagem, fratura, inclusões	3.53-3.68
Diamante sintético	2.41	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente ou Presente	Inclusões metálicas, nuvem de inclusões metálicas	3.55
Euclásio	1.65-1.67	Anisotrópico	Biaxial +	Presente variável conforme a procedência	Ausente ou Fraca	Clivagem, fratura, inclusões	3-3.10
Esfênio	1.84-2.10	Anisotrópico	Biaxial +	Presente Fraco	Ausente	Clivagem, fratura, inclusões	3.45-3.55

Espinélio	**1.71-1.92**	Isotrópico	Ausente	**Ausente**	**Fraca**	Fratura, **inclusões**	3.58-**3.98**
Iolita	**1.54-1.57**	**Anisotrópico**	**Biaxial -**	**Presente Forte**	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**2.60-2.72**
Lazulita	**1.60-1.68**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	Presente	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.08-3.38**
Minkovita	**1.78-1.81**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente Forte**	**Fraca**	**Linhas curvilíneas, concentração da cor em forma de tufos**	4,44
Niobato de lítio	**2.21-2.30**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente Forte**	Ausente	Inclusões de múltiplos lados **(resíduos, do cadinho)**	**4.65**
Safira	**1.76-1.78**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Presente	Ausente	Fratura, Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento	**3.90-4.00**
Tanzanita	**1.700**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente Forte**	Ausente	Fratura, clivagem, **Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**3.30**
Topázio	**1.61-1.64**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Ausente**	**Fraca**	Clivagem, fratura, **inclusões**	3.50
Turmalina	**1.61-1.82**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Presente	Ausente	Fratura, **Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**2.82**-3.82
Zircão	**1.8-2.1**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	Presente	**Fraca**	Fratura, clivagem, **Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**4.6-4.8**
Vidro	----------	Isotrópico	Ausente	**Ausente**	Ausente	**Bolhas de ar**	----------
Doublets	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 2 cores internas diferentes**	----------
Triplets	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 3 cores internas diferentes**	----------
			DIAMANTE LARANJA				
Diamante Laranja	**2.41**	**Isotrópico**	**Ausente**	**Ausente**	**Ausente**	**Inclusões angulares, fratura, clivagem**	**3.55**
Andaluzita	**1.62-1.65**	**Anisotrópico**	**Biaxial -**	**Presente Forte**	**Presente**	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.05-3.20**
Citrino	**1.54-1.55**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	**Presente Fraco**	Ausente	Fratura, **inclusões**	**2.65**
Diamante sintético	2.41	Isotrópico	Ausente	Ausente	**Presente**	**Inclusões metálicas, nuvem de inclusões metálicas**	3.55

Escapolita	**1.53-1.60**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Ausente	**Variável de acordo com a procedência**	Clivagem, fratura, **inclusões**	**2.5-2.8**
Esfalerita	**2.30-2.3**7	**Anisotrópico**	Ausente	Ausente	**Presente**	Clivagem, fratura, **zoneamento de cor**	**3.90-4.10**
Esfênio	**1.84-2.10**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	Ausente	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.45**-3.55
Espessartita	**1.79-1.82**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	Clivagem, **inclusões**	**4.10-4.20**
Espinélio	**1.71-1.92**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	Fratura, **inclusões**	3.58-**3.98**
Safira	**1.76-1.78**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Ausente	Ausente	Fratura, **Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**3.90-4.00**
Topázio	**1.61-1.64**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	Ausente	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	3.50
Turmalina	**1.61-1.82**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente**	Ausente	Fratura, **inclusões**	**2.82**-3.82
Zircão	**1.81-2.02**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	Ausente	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.95-4.20**
Vidro	----------	*Ausente*	Ausente	Ausente	Ausente	**Bolhas de ar**	**----------**
Doublet	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 2 cores internas diferentes**	**----------**
Triplet	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 3 cores internas diferentes**	**----------**
DIAMANTE AMARELO							
Diamante Amarelo	**2.41**	**Isotrópico**	**Ausente**	**Ausente**	**Ausente**	**Inclusões angulares, fratura, clivagem**	**3.55**
Apatita	**1.62-1.65**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente Fraco**	Presente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3,10-3.35**
Andaluzita	**1.62-1.65**	**Anisotrópico**	**Biaxial -**	**Presente Forte**	**Fraca**	Fratura, **inclusões**	**3.05-3.20**
Berilo	**1.56-1.59**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente Fraco**	Ausente	Fratura, **inclusões**	**2.70-2.90**
Brasilianita	**1.60-1.62**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Muito Fraco**	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.10-3.20**
Crisoberilo	**1.74-1.76**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente Fraco**	Ausente	Clivagem, **inclusões**	3.60-**3.78**
Diamante sintético	2.41	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente **ou Presente na cor verde**	**Inclusões metálicas, nuvem de inclusões metáliccas**	3.55

Escapolita	**1.53-1.60**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente Moderado**	**Variável de acordo com a procedência**	Clivagem, fratura, **inclusões**	**2.5-2.8**
Epidoto	**1.64-1.83**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente Forte**	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.2**-4.21
Esfênio	**1.84-2.10**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**ModeradoForte**	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.45**-3.55
Espinélio	**1.71-1.92**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	Fratura, **inclusões**	3.58-**4**
Granada	**1.73-1.76**	Isotrópico	Ausente	Ausente	**Presente**	Fratura, **inclusões**	3.60-**4.30**
Idocrásio	**1.7-1.723**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	**Presente Fraco**	Ausente	Fratura, **inclusões**	**3.32-3.47**
Niobato de lítio	**2.21-2.30**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente Forte**	Ausente	**Inclusões de múltiplos lados (resíduos, do cadinho)**	**4.65**
Quartzo	**1.54-1.55**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	Ausente	Ausente	Fratura, **inclusões**	**2.65**
Safira	**1.76-1.78**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Ausente	Ausente	Fratura, **Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**3.90-4.00**
Scheelita	**1.91-1.93**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	**Presente**	**Forte**	**Inclusões líquidas semelhantes a impressões digitais, penas, inclusões bifásicas**	**5.9-6.3**
Topázio	**1.61-1.64**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente Forte**	**Fraca**	Clivagem, fratura, **inclusões**	3.50
Trifana	**1.66-1.68**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente**	**Fraca**	Fratura, clivagem, **inclusões**	**3.15-3.25**
Turmalina	**1.61-1.82**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	**Presente**	Ausente	Fratura, **inclusões**	**2.82**-3.82
Zircão	**1.81-2.02**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	**Presente Fraco**	Ausente	Fratura, **inclusões**	**3.95-4.20**
Vidro	----------	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	**Bolhas de ar**	----------
Doublet	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 2 cores internas diferentes**	----------
Triplet	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 3 cores internas diferentes**	----------
DIAMANTE VERDE							
Diamante Verde	**2.41**	**Isotrópico**	**Ausente**	**Presente Fraco**	**Presente**	**Inclusões angulares, fratura, clivagem**	**3.55**
Andaluzita	**1.62-1.65**	**Anisotrópico**	**Biaxial -**	**Presente Forte**	Fraca	Fratura, **inclusões**	**3.05-3.20**

Apatita	**1.62-1.65**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Presente Fraco	Presente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3,10-3.35**
Diamante sintético	2.41	Isotrópico	Ausente	**Ausente**	**Ausente** ou Presente	**Inclusões metálicas, nuvem de inclusões metáliccas**	3.55
Diopsídio	**1.64-1.73**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	Presente Fraco	Forte	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.22-3.38**
Dioptásio	**1.64-1.70**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Presente Fraco	**Ausente**	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.25-3.35**
Epidoto	**1.64-1.83**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente Forte**	**Ausente**	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.2**-4.21
Esfênio	**1.90-2.03**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	Presente	**Ausente**	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.45**-3.55
Esmeralda sintética	**156-1.59**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Presente	**Ausente**	**Cristais de platina, tufos de véu, espaços cônicos, cavidades paralelas contendo inclusões bifásicas**	**2.70-2.90**
Espinélio	**1.71-1.92**	Isotrópico	Ausente	**Ausente**	Fraco	Fratura, **inclusões**	3.58-**3.98**
Euclásio	**1.65-1.67**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	Presente Fraco	Fraca ou **Ausente**	Fratura, clivagem, **inclusões**	**3-3.10**
Granada Demantóide	**1.88**	Isotrópico	Ausente	**Ausente**	**Ausente**	Fratura e **inclusões (rabo de cavalo)**	**3.80**
Hiddenita	**1.66-1.68**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	Presente	Fraca	Clivagem, **inclusões**	**3.15-3.20**
Kornerupina	**1.66-1.69**	**Anisotrópico**	**Biaxial -**	**Presente Forte**	**Ausente (Exceto do Quênia)**	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.27-3.45**
Niobato de lítio	**2.21-2.30**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente Forte**	**Ausente**	**Inclusões de múltiplos lados (resíduos, do cadinho)**	**4.65**
Peridoto	**1.65-1.70**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	Presente Fraco	**Ausente**	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.30**
Prasiolita	**1.54-1.55**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	**Ausente**	**Ausente**	Clivagem, fratura, **inclusões**	**2.60**
Rutilo	**2.60-2.90**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	Presente	**Ausente**	Clivagem, fratura **Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**4.2-5.6**
Safira	**1.76-1.78**	**Anisotrópico**	**Uniaxial**	**Presente**	**Forte**	Fratura, **inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**3.90-4.00**
Turmalina	**1.61-1.82**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Presente	**Ausente**	Fratura, **inclusões**	**2.82**-3.82

Uvarovita	**1.87**	Isotrópico	Ausente	**Ausente**	**Ausente**	Fratura, **inclusões**	
Zircão	**1.81-2.03**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	**Ausente**	**Ausente**	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.95-4.20**
Vidro	----------	Isotrópico	Ausente	**Ausente**	**Ausente**	**Bolhas de ar**	----------
Doublet	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 2 cores internas diferentes**	----------
Triplet	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 3 cores internas diferentes**	----------
			DIAMANTE VIOLETA				
Diamante Violeta	**2.41**	**Isotrópico**	**Uniaxial -**	**Ausente**	**Ausente**	**Inclusões angulares, fratura, clivagem**	**3.55**
Andaluzita	**1.62-1.65**	**Anisotrópico**	**Biaxial -**	**Presente Forte**	**Fraca**	Fratura, **inclusões**	**3.05-3.20**
Apatita	**1.62-1.65**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente Fraco**	**Presente**	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3,10-3.35**
Ametista	**1.54-1.55**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	**Presente Fraco**	Ausente	Fratura**, inclusões**	**2.60**
Diamante sintético	2.41	Isotrópico	Ausente	Ausente	**Fraca a Moderada**	**Inclusões metálicas, nuvem de inclusões metáliccas**	**3.55**
Euclásio	**1.65-1.67**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente, variável conforme a procedência**	**Fraca ou** Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3-3.10**
Escapolita	**1.53-1.60**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente**	**Variável de acordo com a procedência**	Clivagem, fratura, **inclusões**	**2.5-2.8**
Espinélio	**1.71-1.92**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	Fratura, **inclusões**	3.58-**4**
Niobato de lítio	**2.21-2.30**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente Forte**	Ausente	**Inclusões de múltiplos lados (resíduos, do cadinho)**	**4.65**
Rutilo	**2.60-2.90**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	Ausente	Ausente	Clivagem, fratura **Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**4.2-5.6**
Safira	**1.76-1.78**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Ausente	Ausente	Fratura, **Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**3.90-4.00**
Scheelita sintética	**1.91-1.93**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	**Presente**	**Forte**	**Bolhas de gás , estrias curvas, inclusões de metais**	**5.9-6.3**
Tanzanita	**1.70**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	Ausente	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.30**

Turmalina	**1.61-1.82**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente**	Ausente	Fratura, **inclusões**	**2.82**-3.82
Zircão	**1.81-2.02**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	Ausente	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.95-4.80**
Vidro	----------	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	**Bolhas de ar**	----------
Doublet	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 2 cores internas diferentes**	----------
Triplet	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 3 cores internas diferentes**	----------
			DIAMANTE ROSA				
Diamante Rosa	**2.41**	**Isotrópico**	**Uniaxial -**	**Ausente**	**Ausente**	**Inclusões angulares, fratura, clivagem**	**3.55**
Apatita	**1.62-1.65**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Ausente	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3,10-3.35**
Berilo	**1.56-1.59**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente**	**Fraca**	Fratura, **inclusões**	**2.60-2.90**
Crisoberilo	**1.74-1.76**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	Ausente	Ausente	Clivagem, **inclusões**	3.60-**3.82**
Diamante sintético	2.41	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente **ou Presente**	**Inclusões metálicas, nuvem de inclusões metáliccas**	**3.55**
Esfênio	**1.84-2.10**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente Fraco**	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.45**-3.55
Epidoto (Piedmonita)	**1.73-1.83**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente Forte**	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3.2**-4.21
Escapolita	**1.53-1.60**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente**	**Variável de acordo com a procedência**	Clivagem, fratura, **inclusões**	**2.5-2.8**
Espinélio	**1.71-1.92**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	Fratura, **inclusões**	3.58-**3.98**
Fenacita	**1.65-1.67**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	Ausente	**Fraca**	Fratura, **inclusões**	**2.90-3.1**
Granada	**1.77-1.81**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	Fratura, **inclusões**	**3.6-4.30**
Kunzita	**1.66-1.68**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente**	**Forte**	Clivagem, **inclusões**	**3.20**
Rodocrosita	**1.60-1.76-1.78-1.82**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Ausente	**Fraca**	Fratura, clivagem, **inclusões**	**3.4**-3.6
Safira	**1.76-1.78**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Ausente	Ausente	Fratura, **Inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**3.90-4.00**

Topázio	**1.61-1.64**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	**Presente**	**Fraca**	Clivagem, **fratura, inclusões**	3.50
Turmalina	**1.61-1.82**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	**Presente**	Ausente e **raramente presente (fraca)**	Fratura, **inclusões**	**2.82**-3.82
Vidro	----------	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	**Bolhas de ar**	----------
Doublet	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 2 cores internas diferentes**	----------
Triplet	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 3 cores internas diferentes**	----------
			DIAMANTE INCOLOR				
Diamante Incolor	**2.41**	**Isotrópico**	**Ausente**	**Ausente**	**Ausente ou presente**	**Inclusões angulares, fratura, clivagem**	**3.55**
Apatita	**1,62-1,65**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Ausente	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3,10-3.35**
Berilo	**1.56-1.59**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente Fraco**	Ausente	Fratura, **inclusões**	**2.60-2.90**
Diamante sintético	2.41	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente, raramente presente	**Inclusões metálicas, nuvem de inclusões metáliccas**	3.55
Euclásio	**1.65-1.67**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	Ausente	Fraca ou Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**3-3.10**
Esfarelita	**2.37**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente ou Moderada	Clivagem, fratura	**3.90-4.10**
Espinélio	**1.71-1.92**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	Fratura, **inclusões**	3.58-**3.98**
Fabolita (Titanato de Estrôncio)	2.41	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	Fratura, **raramente bolhas de gás**	**5.10**
GGG	**2.03**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Moderada a Forte	Fratura, **bolhas de gás**	**7.08**
Granada (Leucogranada)	**1.77-1.82**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	**Inclusões de cristais, inclusões**	**3.60**-3.70
Niobato de lítio	**2.21-2.30**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	**Presente**	Ausente	**Inclusões de múltiplos lados (resíduos, do cadinho)**	**4.65**
Quartzo	**1.54-1.55**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	Ausente	Ausente	Fratura, **inclusões**	**2.60**
Rutilo sintético	**2.60-2.91**	**Anisotrópico**	Ausente	Ausente	Ausente	Fratura, **raramente bolhas de gás**	**4.2-5.6**
Safira	**1.76-1.78**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Ausente	Ausente	Fratura, **inclusões, Faixas de cor, Linhas de crescimento**	**3.90-4.00**

Scheelita sintética	**1.91-1.93**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	Presente	Forte	**bolhas de gás , estrias curvas, inclusões de metais**	**5.9-6.3**
Topázio	**1.61-1.64**	**Anisotrópico**	**Biaxial +**	Ausente	Fraca	Clivagem, fratura, **inclusões**	3.50
Turmalina	**1.61-1.82**	**Anisotrópico**	**Uniaxial -**	Ausente	Ausente	Fratura, **inclusões**	**2.82**-3.82
YAG	**1.834**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente a moderada	Fratura, **raramente bolhas de gás, estrias curvilíneas**	**4.5-4.6**
Zircão	**1.81-2.02**	**Anisotrópico**	**Uniaxial +**	Ausente	Ausente	Clivagem, fratura, **inclusões**	**4.6-4.8**
Zircônia cúbica	**2.14-2.16**	Isotrópico	Ausente	Ausente	Ausente	**Bolhas de ar**	**5.6-60**
Doublet	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 2 cores internas diferentes**	**----------**
Triplet	----------	----------	----------	----------	----------	**Cintura modificada/ espessa, 3 cores internas diferentes**	**----------**