



Caracterização Gemológica das Ametistas com Alta Birrefringência de Santa Quitéria Gemological Characterization of High Birefringence Amethysts of Santa Quitéria

Isaac Gomes de Oliveira; Eryckson de Lima Maciel; Thainara Freires
Rodrigues; Irani Clezar Mattos & Tereza Falcão de Oliveira Neri

*Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geologia,
Avenida Mister Hull, s/n, CEP 60455-760, Fortaleza, CE, Brasil
E-mails: isaacgomes_1996@hotmail.com; eryck.limac@gmail.com;
thainara.freires@gmail.com; irani.mattos@ufc.br; tereza.neri@ufc.br*

Recebido em: 03/02/2020 Aprovado em: 06/03/2020

DOI: http://doi.org/10.11137/2020_3_137_144

Resumo

A ametista é um mineral pertencente ao grupo do quartzo, ocorre nas cores violeta, lilás e roxa, e pode ser utilizado como gema. Sua ocorrência está relacionada principalmente a geodos, pegmatitos e jazidas aluvionares. O presente trabalho visa à caracterização gemológica dos exemplares de ametistas do Município de Santa Quitéria - CE que possuem elevado potencial para serem utilizados como gemas, devido a sua cor violeta intensa. A caracterização gemológica dos cristais de ametista foi baseada no uso de refratômetro, balança hidrostática, dicrosscópico, polariscópico, espectroscópico, lâmpada ultravioleta (UV) e microscópio gemológico. Os exemplares da região possuem majoritariamente as características gemológicas usuais das ametistas de outras regiões e países, porém com uma variação na birrefringência e ausência da geminação “Lei do Brasil”. Os cristais possuem excelente grau de cor e inclusões fluidas e sólidas orientadas. Assim, a caracterização gemológica destes exemplares associada a compilação dos dados minerais disponíveis nesta região permitiu comprovar que os exemplares possuem excelentes características para serem utilizados como gemas.

Palavras-chave: *Qualidade Gemológica; Propriedades Ópticas; Arco Magmático de Santa Quitéria*

Abstract

Amethyst belongs to the quartz group, is a mineral that can be used as a gemstone and occurs in the violet, lilac and purple colors. These are found in geodes, pegmatites and alluvial deposits. This work aims the gemological characterization of specimens of unstudied amethysts from Santa Quitéria - CE that have high potential to be used as gems; being much appreciated in trade amethysts with red and blue flashes. The gemological characterization of these amethysts was based on refractometer, hydrostatic balance, dichroscope, polariscope, spectroscope, ultraviolet lamp (UV) and gemological microscope. The specimens of the region have mostly the usual gemological characteristics of amethysts from other regions and countries, but with a variation in birefringence and absence of twinning “Lei do Brasil”. Minerals have an excellent color grade, fluid and solid oriented inclusions. Thus, the gemological characterization of these amethysts coupled with the compilation of the available mineral data from this region allowed us to corroborate that these specimens have excellent characteristics to be used as gems.

Keywords: *Gemological quality; Optical Properties; Santa Quitéria Magmatic Arc*

1 Introdução

Os países que possuem atividades exploratórias de gemas realizam normalmente caracterização gemológica de todos os seus minerais comercializados, desde os que são abundantes até os mais raros. Quando as propriedades ópticas variam muito, o que é relativamente fácil de acontecer, torna-se usual que estes países publiquem e organizem estes dados gemológicos de acordo com suas regiões geográficas. Estes estudos são extremamente necessários, pois características como índice de refração, birrefringência, pleocroísmo, fluorescência e densidade relativa podem variar bastante; como é o caso dos rubis, no qual o dicroísmo e a fluorescência variam de forte até fraco e em algumas vezes até ausente; os rubis possuem um peso específico que vai de 3.90-4.00 g/cm³, os provenientes do Sri Lanka detêm uma densidade de 3.97 g/cm³ (Pehrson, 2017). O motivo desta organização e divulgação dos dados é ajudar e facilitar o trabalho dos profissionais (gemólogos, pesquisadores e outros) que lidam com gemas e imitações, principalmente para sua identificação, diminuindo exponencialmente a chance de um erro no reconhecimento do mineral. Gemas de baixo valor comercial, mas com uma cor acentuada e baixo teor de inclusões são bastante comuns nos casos de fraude envolvendo imitações; uma ametista de elevada qualidade pode ser utilizada como imitação de uma safira roxa ou de uma tanzanita segundo Oliveira (2019) devido às semelhanças visuais. O termo “imitações” é usado para designar produtos que imitam as gemas naturais e que são usadas no intuito de reproduzir efeito óptico, cor e aparência das gemas naturais, ou por vezes sintéticas (IBGM, 2009).

O grupo mineral do quartzo possui características ópticas pouco variadas, como um índice de refração de 1.545-1.555, com uma birrefringência fixa e baixa com 0.006-0.010, densidade no valor de 2.65 g/cm³, pleocroísmo fraco (quando é existente), fluorescência sempre inerte, os espectros de absorção são quase sempre indetectáveis, porém em alguns casos aparece nos intervalos 550-520 nm, apenas o caráter e sinal óptico são imutáveis sendo sempre uniaxial positivo; estas informações já citadas da ametista são tabelados segundo informações da *International Gem Society* (Arem *et al.*, 2019). O quartzo, apesar de ser um dos minerais mais comuns é um dos mais atraentes. O mineral é também de grande durabilidade, tanto quimicamente quanto fisicamente (Anderson, 1984). A ametista pode possuir a geminação “Lei do Brasil” quando visualizada pelo polariscópio. Na luz polarizada, o mineral com esta geminação exibe graus variados de interrupção no espectro em forma de anéis; estes anéis podem ser circulares ou retilíneos e uniformes, podem possuir duas ou mais cores, geralmente vibrantes e intensas.

O valor para as ametistas depende quase inteiramente da cor, fator este responsável por 50% da qualidade gemológica de um material. As minas da

Sibéria já produziram as melhores pedras do mundo. Os exemplares provenientes desta região apresentavam cor púrpura particularmente rica que brilhava com flashes vermelhos e azuis. Hoje, o termo “siberiano” não se refere mais às origens, em vez disso, agora é um termo comercial e de classificação que se refere a cores semelhantes às das ametistas extraídas na Sibéria. As ametistas podem mostrar zoneamento, distribuição e faixas de cores (Arem *et al.*, 2019).

A caracterização também serve para identificar possíveis proveniências do mineral (interferindo diretamente no valor comercial) e também para casos de perícia e investigação criminal. No Brasil, as pedras preciosas mais utilizadas para a quitação de dívidas no judiciário são diamante, rubi, safira e 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, joias possuem tanto valor quanto o ouro (Brasil, 2002).

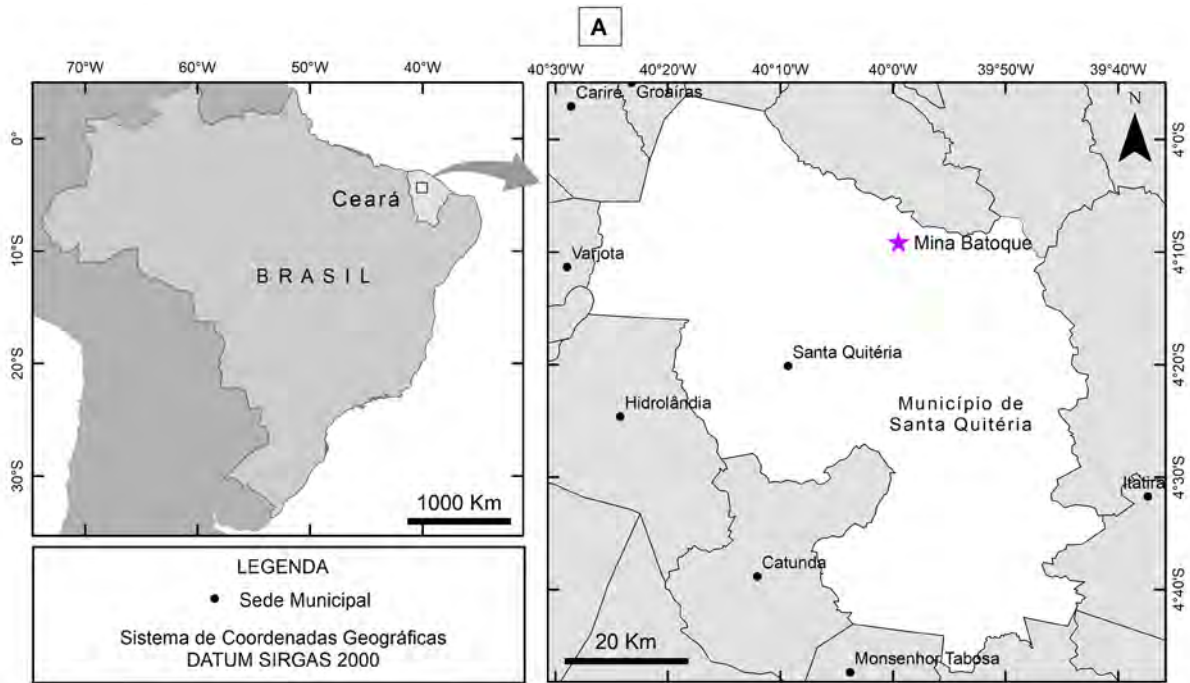
2 Contexto Geológico Regional

Os cristais de ametista estudados foram coletados no contexto das rochas graníticas do Complexo Granítico-Migmatítico Tamboril Santa-Quitéria (CGMTSQ), da Mina Batoque (Figura 1A), situado na porção oeste do Domínio Ceará Central da Província Borborema. De acordo com Arthaud (2015) este complexo ígneo-metamórfico neoproterozoico (idades de 660 a 614 Ma) é composto majoritariamente por diatexitos, enclaves anfibolíticos e rochas cálciosilicáticas, com os migmatitos hospedando significativos volumes de magma graníticos e tonalíticos (Figura 1B). Esse conjunto pertence a um arco magmático neoproterozoico formado pela amalgamação do supercontinente Gondwana Ocidental (Fetter *et al.*, 2003).

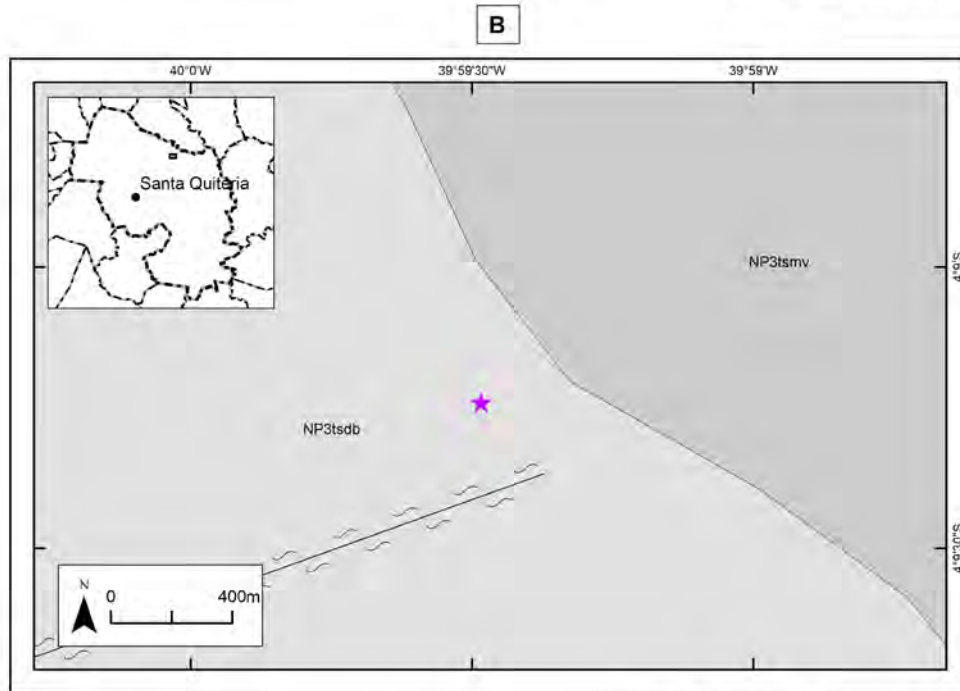
Estudos mais recentes, como o Ganade de Araújo *et al.* (2014), consideram que este complexo tenha evoluído ao longo de três ambientes tectônicos distintos com um estágio inicial que compreende a formação de um arco juvenil (entre 880 e 800 Ma), seguido pela evolução desse arco, entre 660 e 630 Ma, envolvendo magmatismo híbrido com componentes crustais e mantélicos, e finalmente, com a instalação de um regime colisional himalaiano, entre 625 e 600 Ma, caracterizado por intensa migmatização e ocorrência de metamorfismo de ultra alta pressão. Ganade de Araújo *et al.* (2014) dividiram o complexo em quatro unidades: Lagoa Caiçara, Santa Quitéria, Boi e Tamboril. A ocorrência de rochas graníticas no complexo corresponde a monzogranitos porfiríticos e se encontram principalmente na unidade Santa Quitéria, que compreende um batólito contido na região central do complexo. Demais rochas com composição quartzo-dioríticas e tonalito-granodioríticas podem ser encontradas na unidade Boi.

Caracterização Gemológica das Ametistas com Alta Birrefringência de Santa Quitéria

Isaac Gomes de Oliveira; Eryckson de Lima Maciel; Thainara Freires Rodrigues; Irani Clezar Mattos & Tereza Falcão de Oliveira Neri



Fonte: Modificado de IPECE, 2019



Fonte: Modificado de Castro, 2014

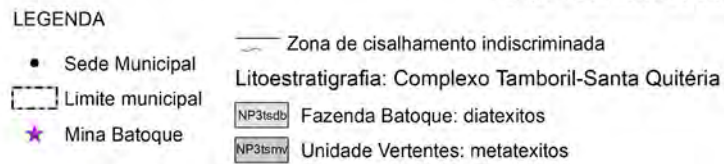


Figura 1 Localização da área de estudo; A. Mapa de localização da Mina Batoque, localidade de proveniência das amostras estudadas; B. Mapa geológico com a localização da Mina Batoque.

Em Santa Quitéria, uma das ocorrências de ametista mais conhecidas é a jazida de Batoque. De acordo com Castro *et al.* (1974) os cristais de coloração média a forte e com tamanho médio de 3,5 cm ocorrem preenchendo fissuras e cavidades da rocha encaixante de composição granítica, o que sugere percolação de fluidos hidrotermais durante injeções pegmatíticas. Já Cassedane (1991) descreve que essas ametistas ocorrem como lentes dispersas, contidas em um granito, próximas a estruturas indicativas de zonas catacladasas.

3 Materiais e Métodos

Foram selecionadas de forma totalmente aleatória cinco cristais de ametistas provenientes da mina do Batoque, à nordeste da sede do município de Santa Quitéria (Figura 2); de um montante de exemplares que seriam utilizados no comércio, para que tais exemplares fossem uma amostra representativa desta população estatística. As amostras foram obtidas em estado bruto e posteriormente foram lapidadas em lapidação oval, pesando aproximadamente 4 quilates cada gema (0.8 gramas).

Para a caracterização gemológica dos cinco exemplares de ametista foram utilizados os instrumentos gemológicos, como o refratômetro, balança hidrostática, dicrosscópico, espectroscópico, lâmpada fluorescente, polariscópico e microscópico gemológico. Para constatação da qualidade gemológica das gemas foi utilizado o “Boletim Referencial de Preços de Diamantes e Gemas de Cor” (DNPM/IBGM, 2009); ressaltando que segundo este Boletim, uma gema (em termos gerais) possui elevada qualidade gemológica quando detêm cor acentuada (intensa e de forte saturação), quando analisada com uma lupa de aumento de 10 vezes verifica-se que o teor de inclusões é baixo e que o acabamento (lapidação) seja simétrico. Adicionalmente, foi usada uma tabela empregada pelo comércio que possui 384 cores e códigos hexadecimais

(Código de cor: Infográfico dos códigos das cores em HTML, 2013) para avaliação da cor dos minerais.

3.1 Refratômetro

Com este instrumento 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. É possível ainda determinar a birrefringência, caráter e sinal óptico das gemas analisadas, estas últimas são obtidas por meio de cálculos matemáticos (Anderson, 1984).

3.2 Dicrosscópico

O Dicrosscópico permite 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 dicrosscópico 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 $n_o > n_e$ ou $n_e > n_o$ para os minerais uniaxiais e $n_z > n_x$ ou $n_x > n_z$ para os minerais biaxiais.

3.3 Espectroscópico

Permite observar as bandas de absorção que se formam no espectro luminoso de uma maneira própria a cada pedra examinada; ao colocar a amostra rente a ocular de observação do aparelho, são observadas variadas mudanças em bandas de cores do aparelho (espectros de absorção), enquanto que em alguns minerais essas bandas ficam mais espessas ou finas, já em outros minerais algumas



Figura 2 Imagem dos cinco exemplares de ametista lapidados e selecionados para análise, provenientes da mina do Batoque, situada à nordeste da sede do município de Santa Quitéria.

partes do espectro de absorção ficam escuras. Determinados comprimentos de onda (bandas de cor) são absorvidos ao atravessar uma gema; a cor do material resulta da mistura das partes restantes da luz que originalmente era branca. Muitas gemas têm um espectro de absorção muito característico, único, que se manifesta por linhas ou bandas largas, negras e perpendiculares. Os melhores resultados são obtidos em pedras coloridas, transparentes e de tons intensos. (Schumann, 2006).

3.4 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, como a turmalina, 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.

3.5 Balança Hidrostática

Uma balança hidrostática é um instrumento utilizado para o estudo da força de impulsão exercida por líquidos sobre os corpos neles imersos. O funcionamento se baseia no princípio de Arquimedes, (densidade é igual à massa sobre o volume exercido do objeto em meio líquido) esta é especialmente concebida para a determinação de densidades de sólidos. O mineral a ser determinado é pesado primeiramente no ar (no prato da balança sob a plataforma) e depois na água (na cesta dentro do copo com água). 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/cm^3 e/ou kg/m^3 (Schumann, 2006).

3.6 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). O instrumento consiste em duas placas de polarização, chamadas em conjunto de polarizadores. Quando mantida sobre uma fonte de luz com estas placas, um mínimo de luz passa pelo analisador (Hurlbut, 1979). Neste instrumento também é possível visualizar a geminação “Lei do Brasil” em quartzos, que consiste em graus variados de interrupção no espectro em forma de anéis; estes anéis podem ser circulares ou retilíneos e uniformes, podem possuir duas ou mais cores, geralmente intensas e vibrantes.

3.7 Microscópio Gemológico

Através dos diferentes tipos de inclusões visualizados por meio do microscópio gemológico, linhas de crescimento, faixas de cor, resquícios do fundente e bolhas de ar, torna-se possível discernir substâncias de origem natural ou sintética. Este instrumento permite a leitura imediata dos diversos tipos de inclusões (sólidas, líquidas, gasosas), fraturas na estrutura do cristal (*healed fractures*), manchas, zoneamento de cores, alterações cristalinas (*fingerprints*) e inclusões aciculares (*silk inclusions*; Hughes, 2017), ou seja, possibilita visualizar o interior das gemas. As amostras foram analisadas utilizando um fundo claro, conforme a necessidade perante as tonalidades escuras das gemas selecionadas. O uso deste equipamento é de grande importância na identificação de estruturas internas dos materiais e essencial na caracterização de eventuais especificações em gemas. As estruturas internas presentes nas gemas podem ser utilizadas em estudos de proveniência mineral, para diferenciar minerais sintéticos (criados em laboratório) e naturais, além de possivelmente fornecer informações acerca do ambiente geológico que estas foram geradas.

4 Resultados e Discussões

As amostras de ametista analisadas possuem as propriedades ópticas dentro dos limites desta variedade do grupo do quartzo, exceto por uma peculiaridade, a elevada birrefringência. Para a caracterização óptica destes minerais, o refratômetro foi o primeiro instrumento a confirmar quase que totalmente a espécie de mineral analisado, provando que os minerais são uniaxiais positivos; com *no* e *ne* apresentando valores dentro da normalidade, com o maior valor do raio ordinário 1.550, bem como o menor valor do raio extraordinário 1.525 encontrado em duas amostras.

As gemas analisadas possuem birrefringência muito elevada, possuindo valores 0.017-0.020 distantes da média de 0.009 da espécie mineral. O fenômeno de dupla refração é resultante da propagação da luz dentro do mineral em diferentes direções quando este possui eixos cristalográficos de tamanhos distintos, todos os minerais que não são do sistema cúbico possuem birrefringência, deformações na rede cristalina interna também interferem no valor da dupla refração. Outras propriedades ópticas em diferentes minerais como: índice de refração, densidade relativa, espectro de absorção e fluorescência, variam e passam por modificações de acordo com a variação na composição e teores químicos; o mesmo não ocorre com a dupla refração.

A birrefringência anômala nas cinco amostras pode ocorrer devido a uma possível deformação na rede cristalina dos espécimes, a qual pode interferir nos encaminhamentos, e consequentemente nas velocidades, dos raios ordinário (*no*) e extraordinário (*ne*) das ametistas modificando e

aumentando desta forma a dupla refração (birrefringência), sem necessariamente comprometer a qualidade gemológica.

A utilização do dicróscópio para análise do dicróismo foi o terceiro passo; esta característica é presente e classificada como fraca nas cinco amostras, sendo essa uma característica comum em ametistas (Schumann, 2006).

A ausência de espectro de absorção captado pelo espectroscópio é algo de praxe em ametistas (Schumann, 2006); raramente este mineral exibe algum espectro e quando ocorre o valor obtido é de 550-520 nm para os exemplares.

O uso da balança hidrostática apresentou resultados dentro do esperado. As amostras detêm uma densidade pouco superior à média de 2.65 g/cm³ (Arem *et al.*, 2019), com valores entre 2.66-2.68 g/cm³; o que absolutamente normal, pois é atrelado uma margem de variação de 0.03 na densidade deste grupo.

O uso de uma lâmpada de luz ultravioleta permitiu a observação da quarta característica comum para todas as

amostras: a fluorescência, que não pode ser constatada em nenhum mineral estudado (Schumann, 2006).

Com o uso do polariscópio foi possível conferir a ausência da geminação “Lei do Brasil” nas cinco amostras, fenômeno cuja presença é relativamente comum para ametistas encontradas em solo brasileiro (Crowningshield *et al.*, 1986), porém apesar de usual nos minerais brasileiros, não ocorre nas amostras de Santa Quitéria.

Ao microscópio gemológico, as amostras foram submetidas a análises em busca de fraturas, inclusões (sólidas, líquidas ou gasosas) e linhas de crescimento, características comuns em ametistas (IBGM, 2009), para que estas feições auxiliem quando necessário nos casos de proveniência mineral. As ametistas estudadas são caracterizadas por fraturas, inclusões fluidas monofásicas e bifásicas (Figura 3A e 3B), faixas de cor (Figura 3C), e inclusões de turmalina (ocasionalmente orientadas e em forma de agulha; Figura 3D). Este conjunto de feições internas quando interpretadas em conjunto com as demais

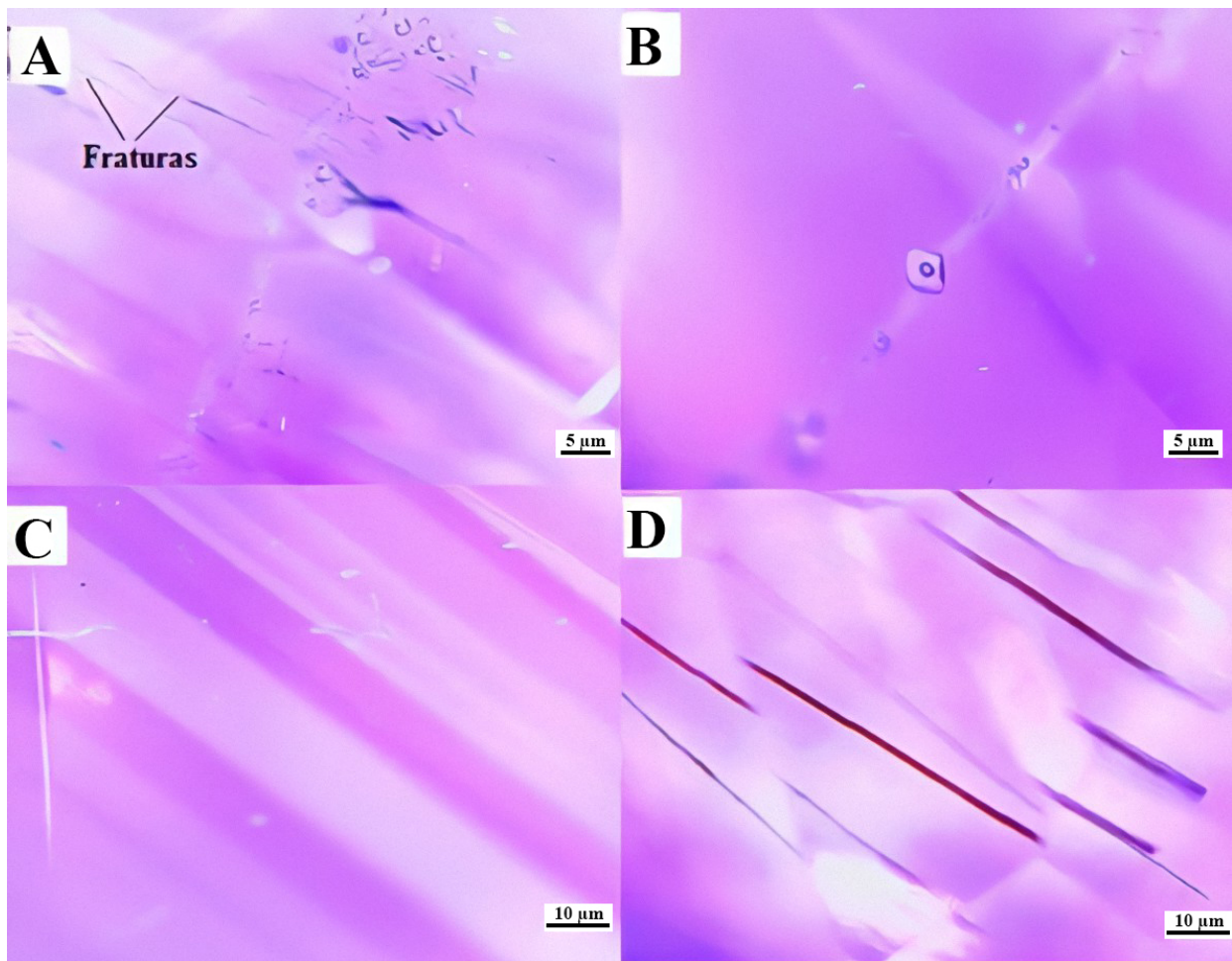


Figura 3 Fotomicrografias em luz transmitida mostrando aspectos das gemas estudadas; A. Inclusões fluidas monofásicas orientadas e perpendiculares a fraturas; B. Inclusões fluidas bifásicas orientadas em trilha; C. Faixas de cor em duas tonalidades alternando entre si; D. Inclusões sólidas em forma de agulha apresentando orientação.

Caracterização Gemológica das Ametistas com Alta Birrefringência de Santa Quitéria

Isaac Gomes de Oliveira; Eryckson de Lima Maciel; Thainara Freires Rodrigues; Irani Clezar Mattos & Tereza Falcão de Oliveira Neri

características gemológicas, permitem uma eficiente identificação das ametistas como sendo provenientes de Santa Quitéria.

A análise da diafanidade dos exemplares se deu por meio da visualização de uma ponta de uma caneta através das ametistas, nas amostras transparentes a imagem possui contorno e nitidez bem definido, nas semitransparentes a

nitidez não é tão notável enquanto que nas translúcidas o contorno é definido e a nitidez é quase ausente. A análise mostrou que todas as amostras são transparentes.

Logo, estes dados foram organizados e apresentados na Tabela 1, com dados gemológicos e ópticos, como parte da caracterização gemológica das ametistas de Santa Quitéria – CE.

Cor da amostra	Roxa (Purple 1)	Roxa (Purple 1)	Roxa (Purple 1)	Roxa (Purple 1)	Roxa (Purple 1)
Qualidade Gemológica	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Diafanidade	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Índice de refração	1.550-1530	1.543-1.525	1.549-1.531	1.547-1.530	1.543-1.525
Caráter e sinal óptico	Uniaxial positivo	Uniaxial positivo	Uniaxial positivo	Uniaxial positivo	Uniaxial positivo
Birrefringência	0.020	0.017	0.018	0.017	0.018
Pleocroísmo	Presente: Fraco	Presente: Fraco	Presente: Fraco	Presente: Fraco	Presente: Fraco
Espectro de absorção	Não diagnosticável	Não diagnosticável	Não diagnosticável	Não diagnosticável	Não diagnosticável
Fluorescência	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Densidade relativa	2.68g/cm ³	2.68g/cm ³	2.65g/cm ³	2.67g/cm ³	2.66g/cm ³
Polariscópio	Anisotrópico (Ausência da Geminação Lei do Brasil)	Anisotrópico (Ausência da Geminação Lei do Brasil)	Anisotrópico (Ausência da Geminação Lei do Brasil)	Anisotrópico (Ausência da Geminação Lei do Brasil)	Anisotrópico (Ausência da Geminação Lei do Brasil)
Microscópio gemológico	Fraturas; inclusões fluidas (algumas orientadas); inclusões sólidas, também se fazem presentes inclusões sólidas em forma de agulha.	Fraturas; inclusões fluidas (algumas orientadas); inclusões sólidas; inclusões sólidas orientadas em forma de agulha.	Fraturas; inclusões fluidas; inclusões sólidas, também se fazem presentes inclusões sólidas em forma de agulha; algumas possuindo orientação.	Fraturas; inclusões fluidas; inclusões sólidas, também se fazem presentes inclusões sólidas em forma de agulha.	Fraturas; inclusões fluidas (algumas orientadas); fratura preenchida por inclusões fluidas e sólidas; faixas de cor.

Tabela 1 Características gemológicas das ametistas de Santa Quitéria - CE.

5 Conclusões

As ametistas de Santa Quitéria possuem potencial gemológico em razão da cor muito intensa, boa diafanidade (todas são transparentes) e teor baixo de inclusões; sendo presentes na região, exemplares de cor violeta. Notadamente a caracterização gemológica usual fornece resultados dentro do padrão para este mineral, porém perceptivelmente uma característica peculiar foi constatada, a birrefringência elevada. O caráter uniaxial positivo representa um aspecto imutável para a ametista, além disto, o índice de refração obtido encontra-se dentro do intervalo para este grupo mineral.

As amostras apresentam dicroísmo classificado como fraco o que é característico do grupo, com a absorção de $n_e > n_o$. A ausência do espectro de absorção das amostras é padrão para este grupo. A fluorescência está conforme

o esperado, a ausência de luminescência das amostras de ametistas analisadas é algo de praxe para o grupo. A densidade relativa ficou de acordo com as expectativas, mas com valores um pouco acima da média. A ausência da geminação “Lei do Brasil” é um fator que colabora para tornar ainda mais características as ametistas da região. Os exemplares analisados possuem inclusões fluidas, sólidas, orientadas e desordenadas, com presença de fraturas e faixas de cor.

As ametistas de Santa Quitéria (Ceará) possuem características gemológicas majoritariamente semelhantes às de outros exemplares de diferentes partes do mundo; ressaltando que a birrefringência peculiar, a ausência da geminação “Lei do Brasil”, a densidade minimamente mais elevada e a o conjunto de inclusões, permitem uma distinção das amostras desta região em relação a outras ametistas. Estas características podem vir a ser utilizadas no estudo de

proveniências do mineral (interferindo diretamente no valor comercial) e também para casos de perícia e investigação criminal. As propriedades gemológicas aferidas permitem distingui-las de quaisquer imitações.

6 Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio do Laboratório de Gemologia do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará (DEGEO/UFC) e ao apoio financeiro e bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor deste artigo pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

7 Referências

- Anderson, B.W. 1984. *Identificação das Gemas*. Rio de Janeiro, Livro Técnico S/A, 460p.
- Arem, J.E. 2019. *Amethyst Value, Prince and Jewelry Information*. In: IGS (International Gem Society). Disponível em: <<https://www.gemsociety.org/article/amethyst-jewelry-and-gemstone-information/>>. Acesso em 2 fev. 2019 e 06 ago. 2019.
- Arthaud, M.H.; Fuck, R.A.; Dantas, E.L.; Santos, T.J.S.; Caby, R. & Armstrong, R. 2015. The Neoproterozoic Ceará Group, Ceará Central domain, NE Brazil: Depositional age and provenance of detrital material. New insights from U-Pb and Sm-Nd geochronology. *Journal of South American Earth Sciences*, 58: 223-237.
- BRASIL. 2002. *Lei n° 10.406, de 10 de janeiro de 2002*. Código Civil. Brasília. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/247357.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2018.
- Cassedane, J.P. 1991. Tipologia das Jazidas Brasileiras de Gemas. In: SCHOBENHAUS, C., QUEIROZ, E.T., COELHO, C.E.S. (coords.). Principais Depósitos Mineraias do Brasil – v. IV – Parte A – Gemas e Rochas Ornamentais. Brasília. DNPM - CPRM, p. 17-33.
- Castro, E.C.; Ferreira, L.A.D & Akinaga, R.M. 1974. Ametista no Brasil. Localização, tipos de jazimentos, lavra, reserva, padrões de comercialização, exportação, sugestão para uma política de preços mínimos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, 1974. Anais, Porto Alegre, SBG, p. 239-247.
- Castro, N.A. 2014. Mapa Geológico da Folha Taparuaba SB.24-V-B-II. Escala 1:100.000. Programa Geologia do Brasil. CPRM – Serviço Geológico do Brasil.
- Código de cor: Infográfico dos códigos das cores em HTML. 2013. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/codigo-cor-infografico-dos-codigos-das-cores-em-html/37238>>. Acesso em: 6 ago. 2019.
- Crowningshield, R; Hurlbut, C. & Fryer, C.W. 1986. A Simple Procedure To Separate Natural From Synthetic Amethyst On The Basis Of Twinning. *Gems and Gemology. Identification of Amethysts*, 22(3): 130-139.
- Deer, W.A. 2010. *Minerais Constituintes das Rochas: uma Introdução*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 727p.
- DNPM/IBGM. 2009. Departamento Nacional de Produção Mineral/Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos. *Boletim Referencial de Preços de Diamantes e Gemas de Cor*. Brasília, 201p.
- Fetter, A.H.; Santos, T.J.S.; Van Schmus, W.R.; Hackspacher, P.C.; Brito Neves, B.B.; Arthaud, M.H.; Nogueira Neto, J.A. & Wernick, E. 2003. Evidence for Neoproterozoic continental arc magmatism in the Santa Quitéria Batholith of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the assembly of west Gondwana. *Gondwana Research*, 6(2): 265-273.
- Ganade de Araujo, C.E.; Cordani, U.G.; Weinberg, R.F.; Basei, M.A.S.; Armstrong, R. & Sato, K. 2014. Tracing Neoproterozoic subduction in the Borborema Province (NE-Brazil): Clues from U-Pb geochronology and Sr-Nd-Hf-O isotopes on granitoids and migmatites. *Lithos*, 202: 167-189.
- Hughes, R.W. 2017. *Ruby & sapphire: A Gemologist's guide*. Bangkok, RWH Publishing/Lotus Publishing. 816p.
- Hurlbut-Jr., C.S. & Switzer, G.S. 1979. *Gemology*. New York, John Wiley & Sons, 243p.
- IBGM. 2009. Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos. Gama, J.L.N. *Manual Técnico de Gemas*. Brasília, 220p.
- IPECE. 2019. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Limites municipais e distritais - Região de planejamento Sertão dos Crateús - 2019. Fortaleza. 1 mapa.
- Oliveira, I.G.; Carneiro, L.S.; Saraiva, C.E.R. & Neri, T.F.O. 2019. Identificação Gemológica dos Coríndons e Diferenciação de suas Imitações. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 42(2): 456-465.
- Pehrson, E.A.K. 2017. *Identification Methods of Sri Lankan Corundum in Comparison to Other Common Gemstones*. Department of Earth Sciences, Uppsala University, Monografia, 42p.
- Schumann, W. 2006. *Gemas do Mundo*. São Paulo, DISAL Editora, 279p.