



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

ISAAC GOMES DE OLIVEIRA

ANÁLISE DE GEMAS E MINERAIS POR MEIO DO POLARISCÓPIO GOMES

**FORTALEZA
2018**

ISAAC GOMES DE OLIVEIRA

ANÁLISE DE GEMAS E MINERAIS POR MEIO DO POLARISCÓPIO GOMES

Monografia apresentada ao Curso de Geologia do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Geologia.

Orientadora: Prof. Dra. Tereza Falcão de Oliveira Neri

Co-orientadora: Dra. Leiliane Rufina Pereira de Azevedo

FORTALEZA
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O47a Oliveira, Isaac Gomes de.
Análise de gemas e minerais por meio do Polariscópio Gomes / Isaac Gomes de Oliveira. – 2018.
52 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Geologia, Fortaleza, 2018.
Orientação: Profa. Dra. Tereza Falcão de Oliveira Neri.
Coorientação: Profa. Dra. Leiliane Rufina Pereira de Azevedo.
1. Polariscópio Gomes. 2. Quixeramobim. 3. Gemas. 4. Figura de Interferência. I. Título.

CDD 551

ISAAC GOMES DE OLIVEIRA

ANÁLISE DE GEMAS E MINERAIS POR MEIO DO POLARISCÓPIO GOMES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de geólogo.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Tereza Falcão de Oliveira Neri (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará

Profa. Dra. Irani Clezar Mattos
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Clóvis Vaz Parente
Universidade Federal do Ceará

Dedico a Deus, a meus pais Antônio Valmir e Maria Fernanda, irmão e irmã, que sem eles não teria conseguido chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal do Ceará (UFC) que deu-me a oportunidade de cursar Geologia; ao laboratório de Gemologia da UFC que me forneceu todo o apoio técnico nestes anos; a coordenação, secretaria e a chefia do departamento que me auxiliaram nos procedimentos para minha conclusão de curso.

Muito tenho que agradecer a caríssima, ilustríssima, excelentíssima Tereza Neri minha orientadora, que sempre esteve ao meu lado desde que ingressei no laboratório de Gemologia no final de 2015; sempre me orientando, tirando minhas dúvidas de outras disciplinas, corrigindo meus artigos e demais trabalhos acadêmicos.

Ao caríssimo professor Clóvis Parente, que se mostrou um excelente, justo professor e que me ajudou tanto durante a minha graduação, me aconselhando, tirando dúvidas acadêmicas e referentes a disciplina.

As caríssimas professoras Irani Mattos e Lucilene dos Santos, que se mostram professoras excelentes e prestativas, muito me ajudaram e auxiliaram durante a graduação, esclarecendo dúvidas e me aconselhando.

A todo o corpo docente e a todos os funcionários do departamento de Geologia da UFC, que sempre me dedicaram apreço.

Aos professores Ruth Vidal, Simone Borges, André Oliveira e Raimundo Nonato, que apesar de não integrarem o corpo docente do departamento de Geologia, foram excelentes profissionais e se preocupavam com o aprendizado dos seus alunos.

A todos os meus amigos que conheci na Geologia, que também muito me ajudaram e colaboraram comigo, em estudos, nos campos e em todas as dificuldades de uma graduação.

A Geocapta, Empresa Júnior de Geologia, que muito cooperou e colaborou comigo, apesar de não ser membro.

A minha caríssima co-orientadora Leiliane Azevedo, e as doutoras Ely e Suelly que estiveram tanto tempo comigo no laboratório de Gemologia.

Aos meus queridos pais Valmir e Fernanda por tudo que puderam e fizeram por mim durante toda a minha vida; aos meus amigos e familiares em geral que sempre confiaram em mim e desejam sempre o melhor.

À Deus e ao meu anjo da guarda que me deram criatividade, saúde e discernimento.

A todos o meu muitíssimo obrigado!!!

“Todos nós adquirimos experiências positivas e negativas ao decorrer da vida, o que nos torna diferente dos outros é o que decidimos fazer com elas” (O autor).

RESUMO

Este trabalho aborda a eficiência da máquina recém inventada Polariscópio Gomes (Disposição construtiva induzida em polariscópio para estudo e análise de gemas) que possibilita ao observador visualizar a figura de interferência de minerais gema. Criada em 2016, pelo autor, esta permite classificar as gemas em uniaxiais e biaxiais (positivo ou negativo) o que confere um ganho de tempo na análise de materiais gemológicos, além de tornar a caracterização gemológica mais rápida, eficiente e segura. Para a realização deste trabalho foram analisadas 141 gemas do laboratório de Gemologia da Universidade Federal do Ceará que foram previamente catalogadas e identificadas utilizando a caracterização gemológica clássica, estas serviram para avaliar a figura de interferência gerada pela máquina e conferir a facilidade ao visualizá-la em diferentes espécimes gemológicos. Foram também utilizadas 26 amostras com potencial gemológico do Distrito pegmatítico de Quixeramobim para serem observadas no Polariscópio Gomes. A geologia do Município de Quixeramobim compreende rochas supra crustais do neoproterozoico (Complexo Ceará/ Independência) recortada por um conjunto de rochas graníticas do neoproterozo e superior, além de inúmeros granitos e corpos pegmatíticos. Foram selecionadas amostras desta região em razão do potencial gemológico, para uma futura catalogação do grau de facilidade ao visualizar a figura de interferência de minerais gemas utilizando o Polariscópio Gomes, buscando também possíveis peculiaridades nestas gemas.

Palavras-Chave: Polariscópio Gomes. Quixeramobim. Gemas. Figura de Interferência

ABSTRACT

This project approach the efficiency of the newly invented machine named Gomes Polariscopes (Constructive induced disposition in polariscopes for study and gemstones analysis) which enables the observer to view the interference image of mineral gemstones. Created in 2016, it allows to classify the gems in uniaxial or biaxial (positive or negative), what guarantee a time's gain in the analysis of gemological materials, besides making the gemological description more fast, efficient and safe. For the realization of this project work was analyzed 141 gems of the Federal University Of Ceará's Gemology Laboratory, which has been previously identified and cataloged using the classic gemological description, which served to evaluate the interference image generated by the machine and check the facility to view it in different gemological specimens; also was used 26 samples with gemological potential from Quixeramobim pegmatite District for being used in Gomes Polariscopes. The geology of the Municipality of Quixeramobim comprises supra crustal rocks of the neoproterozoic (Complexo Ceará / Independência) cut by a set of granite rocks of the neoproterozoic and superior, besides numerous granites and pegmatitic bodies. That was selected samples from that region because of its gemological potential, for a future catalogation of the ease degree to view the mineral gems's image of interference using the Gomes Polariscopes, also looking for possible peculiarities in the gems.

Key words: Gomes Polariscopes. Quixeramobim. Gems. Interference Image

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Área de Pesquisa, situada no interior no Ceará; Limita-se com os municípios de Madalena (Norte); Quixadá, Banabuiú e Choró (Leste); Senador Pompeu, Sonolópole e Pedra Branca (Sul); Boa Viagem (Oeste).....	16
Figura 2 – Localização da Província Borborema no Brasil.....	17
Figura 3 – Subdivisão da Província Borborema.....	18
Figura 4 – Domínio Ceará Central limitado a SE.	19
Figura 5 – Amostras do Distrito de Quixeramobim, 7 ametistas e 10 citrinos.....	28
Figura 6 – Exemplos do Distrito de Quixeramobim, 3 águas-marinhas.....	28
Figura 7 – Amostras do Distrito de Quixeramobim, 6 turmalinas verdes.	29
Figura 8 – Exemplar de nefrita indicando uma figura de bissetriz aguda do tipo biaxial negativa.....	29
Figura 9 – Amostra de topázio mostrando uma figura de eixo óptico do tipo biaxial positiva.	29
Figura 10 – Amostra de berilo de indicatriz uniaxial negativa.	30
Figura 11 – Exemplar de citrino de indicatriz uniaxial positiva.	30
Figura 12 – Tabela de figuras de interferência (caráter óptico) com analisador de gipso.	31

LISTA DE GRAFICOS

GRAFICO 1 – Distribuição das gemas e minerais analisadas conforme o grau de facilidade ao observar o caráter e sinal óptico por meio do polariscópio Gomes.47

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Relação e classificação das amostras analisadas conforme o seu caráter e sinal óptico.	37
Tabela 2 – Classificação das amostras do distrito de Quixeramobim conforme o seu caráter e sinal óptico.	45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA	16
3. GEOLOGIA REGIONAL	17
4. OBJETIVOS	26
4.1 Objetivo geral	26
4.2 Objetivos específicos	26
5. MATERIAIS E MÉTODOS	27
5.1 Refratômetro	32
5.2 Dicroscópio	32
5.3 Lâmpada de Luz Ultravioleta	33
5.5 Microscópio Gemológico	34
5.6 Polariscópio Gomes (Disposição construtiva introduzida em polariscópio para estudo e análise de gemas)	34
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
7. CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se da importância do conhecimento gemológico para a caracterização das gemas naturais, sintéticas, orgânicas e artificiais. O instrumento recém-inventado, pelo autor, Polariscópio Gomes (Disposição construtiva introduzida em polariscópio para estudo e análise de gemas) (2016) permite ao seu observador a visualização do caráter e sinal óptico dos minerais em escala macroscópica desde que estes possuam, pelo menos, um grau regular de diafaneidade (semi-translúcido), o que torna a identificação mais rápida e segura.

Em alguns países é de praxe a realização da caracterização gemológica de todos os espécimes minerais, por vezes, não apenas em nível nacional, mas em escala regional; pois as características óticas e físicas dos minerais podem ter pequenas variações nas suas propriedades como: índice de refração, birrefringência, pleocroísmo e densidade relativa. A caracterização é muito importante para identificar e diferenciar um mineral de eventuais imitações. O termo imitações é usado para designar produtos que imitam gemas naturais ou sintéticas 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 (IBGM/DNPM, 2005).

Para que uma gema possua valor comercial, parâmetros como beleza, raridade e durabilidade são levados em consideração nas análises gemológicas. Também deve ser levado em consideração: a cor, lapidação e teor de inclusões; com estes dados é possível avaliar a qualidade gemológica de uma gema. Mas, esta avaliação só é possível com uma caracterização gemológica prévia; esta utiliza das características óticas dos minerais para que possa ser efetuada uma identificação não destrutiva ou que danifique a gema.

Utilizando equipamentos como o refratômetro, polariscópio tradicional, dicrosscópico, espectrosocópico, lâmpada ultravioleta e microscópio gemológico é realizada a caracterização gemológica de uma gema. Com estes instrumentos é possível realizar a leitura do índice de refração, birrefringência, caráter, sinal óptico, anisotropia, pleocroísmo, espectro de absorção, fluorescência e análise das inclusões de um material gemológico, respectivamente. Enquanto que o polariscópio tradicional permite observar a anisotropia ou a isotropia de um mineral; o Polariscópio Gomes vai além, fornece o caráter e o sinal óptico (características mais específicas da anisotropia) da gema, tornando-se mais um instrumento para a caracterização gemológica.

A caracterização gemológica se faz muito necessária para evitar os casos comuns de fraudes que são recorrentes e as várias tentativas de golpes relacionadas as gemas, 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 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, jóias possuem tanto valor quanto o ouro (Brasil, 2002).

A pesquisa sobre gemas fundamenta-se nas características ópticas dos minerais e suas respectivas coletas e copilações dos dados. Contudo, vale ressaltar, a partir das informações elencadas acima, a importância do estudo da caracterização gemológica dos minerais gemas em escala regional para a compreensão de dados acerca das gemas cearenses.

Visando a avaliação do nível de facilidade ao visualizar o caráter e sinal óptico na “Disposição construtiva introduzida em polariscópio para estudo e análise de gemas”. Os minerais tiveram suas figuras de interferência analisadas e interpretadas, estas imagens foram classificadas em: excepcional, excelente, bom, ruim e regular. Utilizou-se os seguintes minerais do Distrito pegmatítico de Quixeramobim: quartzo, berilo e turmalina devido ao sua abundância na região e possível potencial gemológico.

A diafaneidade apresenta-se como um fator de grande relevância para o Polariscópio Gomes, pois apenas gemas com um bom grau de diafaneidade (semi translúcidas) podem ser visualizadas. O grau de diafaneidade é classificado em transparente, semi transparente, translúcido, semi translúcido, semi opaco e opaco; conforme a definição da imagem de um objeto é vista através do material. A presença de isocromáticas, linhas coloridas que ocorrem esporadicamente em minerais com alto índice de refração, podem dificultar a visualização da figura de interferência nas gemas.

O grupo do quartzo possui um grande potencial econômico por ser muito abundante, este pode existir em diversas cores sendo o amarelo e roxo as mais valorizadas no mercado. Também, existem possíveis tratamentos térmicos para melhorar, recuperar ou mudar a cor destes minerais. Pertencem ao sistema cristalino trigonal, assim como as suas variedades, este mineral é óxido de silício (SiO_2) e o principal responsável por suas tonalidades são íons de ferro.

O grupo do berilo possui um grande valor econômico, este é um silicato de alumínio e berílio que se cristaliza no sistema hexagonal. Além de ocorrer em diversas cores como azul,

verde, rosa, amarelo, alaranjado e o incolor; estas variações são decorrentes de elementos químicos extras em sua rede cristalina que conferem variações de cor e características ópticas. Os berilos estão entre os minerais com os maiores teores de inclusões fluidas; esmeralda, água-marinha, goshenita, berilo-dourado, heliodoro e morganita são as variações deste grupo e seu teor de inclusões (sólidas, líquidas e gasosas) também sofre variações de acordo com sua cor.

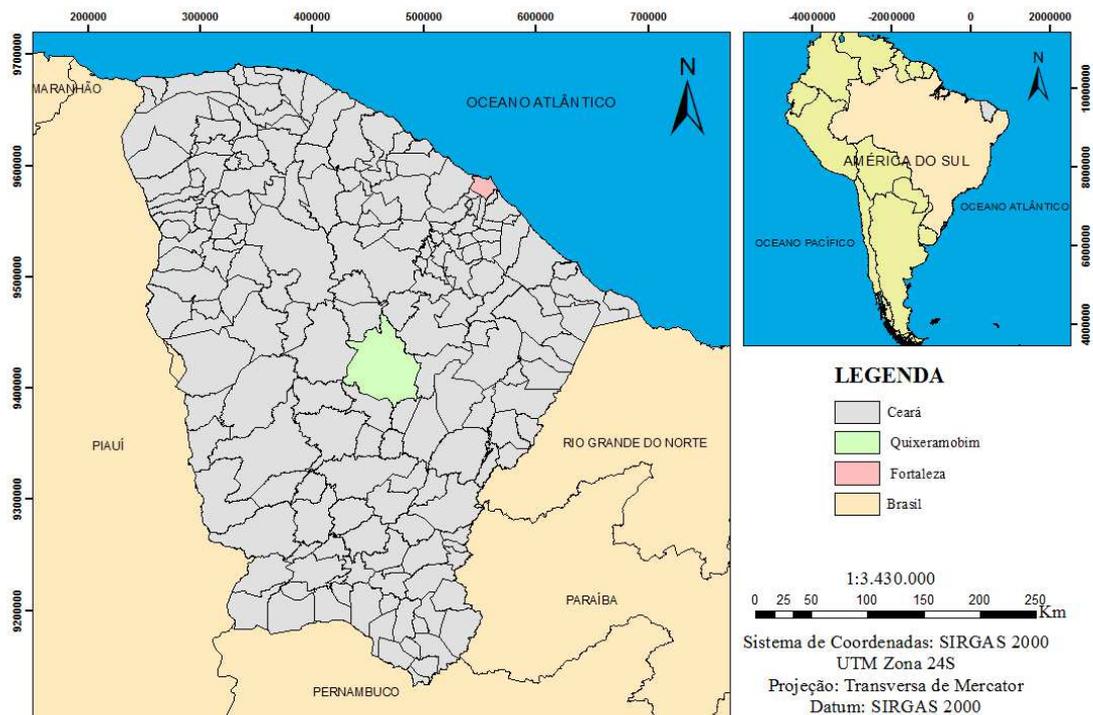
O grupo da turmalina tem um grande valor e importância comercial, tanto para joalheria quanto para a indústria. Nenhuma gema possui uma gama de cores tão rica como a turmalina. Apesar de, na antiguidade ser conhecida na área mediterrânea, foram os holandeses que a introduziram pela Europa ao trazê-la do Ceilão (atual Sri Lanka), em 1703. Turmalinas são minerais que podem ser utilizados como gemas e ocorrerem em todas as cores; cristalizam no sistema cristalino hexagonal (trigonal), além de serem usualmente alongadas prismáticas com secção triangular e faces arredondadas e com estriações nítidas paralelas ao eixo principal. Jazidas de turmalinas são encontradas em pegmatitos e depósitos aluvionares. O país mais importante fornecedor de turmalinas é o Brasil (Minas Gerais, Paraíba) (Schumann, 2006).

No Distrito Pegmatítico de Quixeramobim foram coletadas amostras para serem analisadas no Polariscópio Gomes. Foram realizadas coletas de amostras minerais nos corpos pegmatíticos; Sousa (1985) divide a Sub-Província Pegmatítica do Ceará em grandes distritos: Distrito de Solonópole-Quixeramobim, englobando os municípios de Jaguaribe, Solonópole, Quixadá e Milhã. Neste distrito dominam os minerais minérios associados aos pegmatitos como quartzo, feldspato, tungstênio, muscovita, lepidolita, ambligonita e minerais de uso gemológico: turmalinas em algumas tonalidades, quartzos e berilos.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de Quixeramobim compreende aproximadamente 3275 km², representando 2,44% da área do estado do Ceará. Está inserida na porção do Ceará Central; na mesorregião do Sertão Cearense. Estão situados na região dez distritos: Lacerda, Manituba, Passagem, Uruquê, Panabibu, Belém, Menelândia, Damião Carneiro, Encantado e São Miguel. Quixeramobim limita-se com os municípios de Madalena (Norte); Quixadá, Banabuiú e Choró (Leste); Senador Pompeu, Sonolópole e Pedra Branca (Sul); Boa Viagem (Oeste) (Figura 1). O município de Quixeramobim é a segunda maior cidade do sertão central, dados de 2008 do IBGE atribuem ao município, uma população de 75.565 habitantes e está distante 203 km da capital Fortaleza através da BR-116 e na altura de Quixadá utiliza-se a CE-060 e para os trajetos dentro do município as estradas locais.

Figura 1: Área de Pesquisa, situada no interior no Ceará; Limita-se com os municípios de Madalena (Norte); Quixadá, Banabuiú e Choró (Leste); Senador Pompeu, Sonolópole e Pedra Branca (Sul); Boa Viagem (Oeste).



Fonte: Elaborada pelo autor.

3. GEOLOGIA REGIONAL

Do ponto de vista geológico, o Distrito Pegmatítico Quixeramobim compreende uma aglutinação de segmentos crustais com idades arqueano-paleoproterozoicas (sequências vulcanossedimentares, com rochas máficas e ultramáficas associadas, e suítes TTGs do terreno granito-greenstone Troia-Pedra Branca) e proterozoicas (complexos Ceará/Independência e Tamboril/Santa Quitéria), tanto do ponto de vista cartográfico quanto pela caracterização litoquímica, geocronológica e de ambiência tectônica. Além disso, possui um campo pegmatítico que se insere geologicamente na porção central da região de Dobramentos Nordeste ou Província Borborema de Almeida *et al.* (1977), a qual também faz parte dos dobramentos Jaguaribeanos de Brito Neves (1975). A configuração atual, em quase sua totalidade, é herdada do ciclo Tecto-orogenético Brasileiro que foi processada no final do proterozoico superior.

Província Borborema

Geologicamente, a área de Quixeramobim está inserida no Domínio Ceará Central (Figura 2) (Ceará Central, Caby & Arthaud, 1986; Domínio Ceará Central, Jardim de Sá, 1994, Monié *et al.*, 1997), no qual tal domínio pertence à porção setentrional da Província Borborema (Almeida *et al.*, 1977).

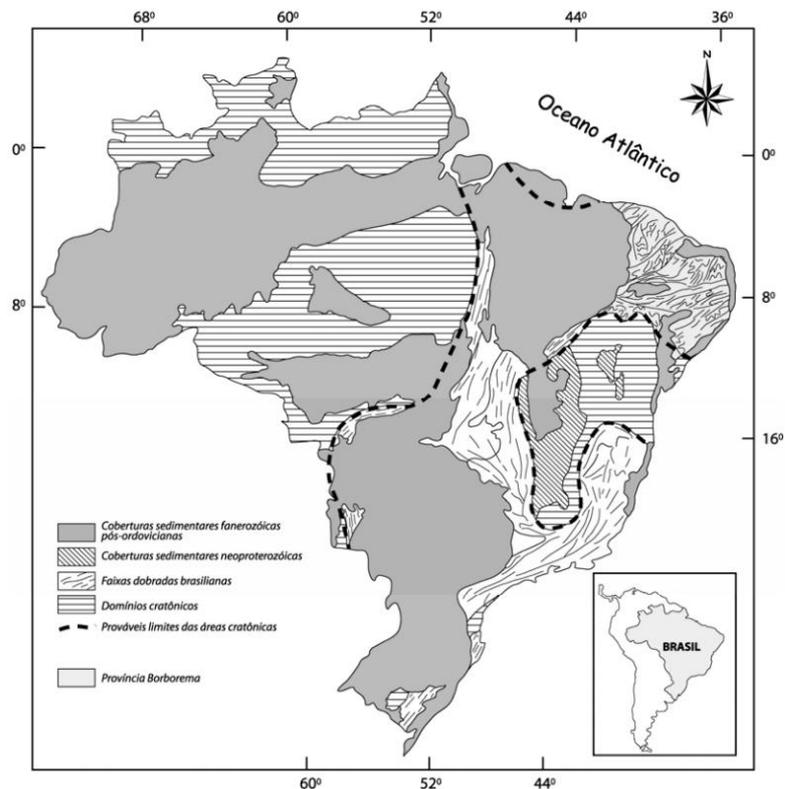


Figura 2: Localização da Província Borborema no Brasil (Schobbenhaus & Campos,1984).

Representando o extremo nordeste da Plataforma Sulamericana, a Província Borborema caracteriza-se por atividade tectônica intensa ao final do Proterozóico, resultado de colisão continental compreendendo os crátons São Luís-Oeste África e São Francisco-Congo. A colisão, correspondendo ao Ciclo Brasileiro-Pan-Africano, completou-se, no caso da Província Borborema, por volta de 600- 550 Ma.

A maioria dos autores subdividem a porção setentrional da Província Borborema em três ou quatro domínios (ver, p. ex, Trompette, 1994) (Figura 3):

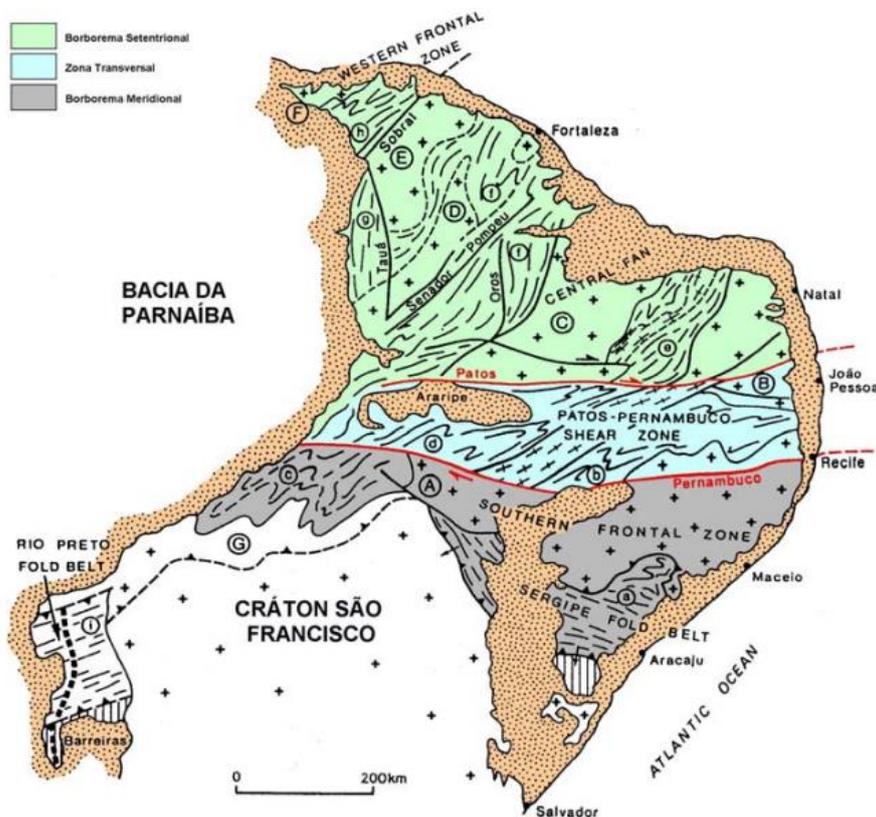


Figura 3: Subdivisão da Província Borborema (Trompette, 1994).

Domínio Ceará Central

São conhecidas algumas definições a respeito da geografia do Domínio Ceará Central, nas quais consideram que o Lineamento Transbrasiliano (Sobral-Pedro II), megatranscorrência dextral, por muitos interpretado como prolongamento, no Brasil, do

Lineamento 4°50' (Trompette, 1994), constitui o limite oeste do domínio, encoberto em algumas partes pelas rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba.

O Domínio Ceará Central é produto de longa e complexa história geológica, iniciada nos tempos arqueanos. Alguns episódios de acreção crustal e vários ciclos orogênicos registraram estruturas com características magmáticas, metamórficas e deformacionais.

As feições geológicas atuais do domínio (Figura 4) foram obtidas no final do Ciclo Brasileiro/Pan Africano (fim do Proterozóico/início do Paleozóico), depois da colisão continental incluindo os crátons São Luis/Oeste África e São Francisco/Congo, fazendo parte da formação da Pangea e Gondwana Ocidental.

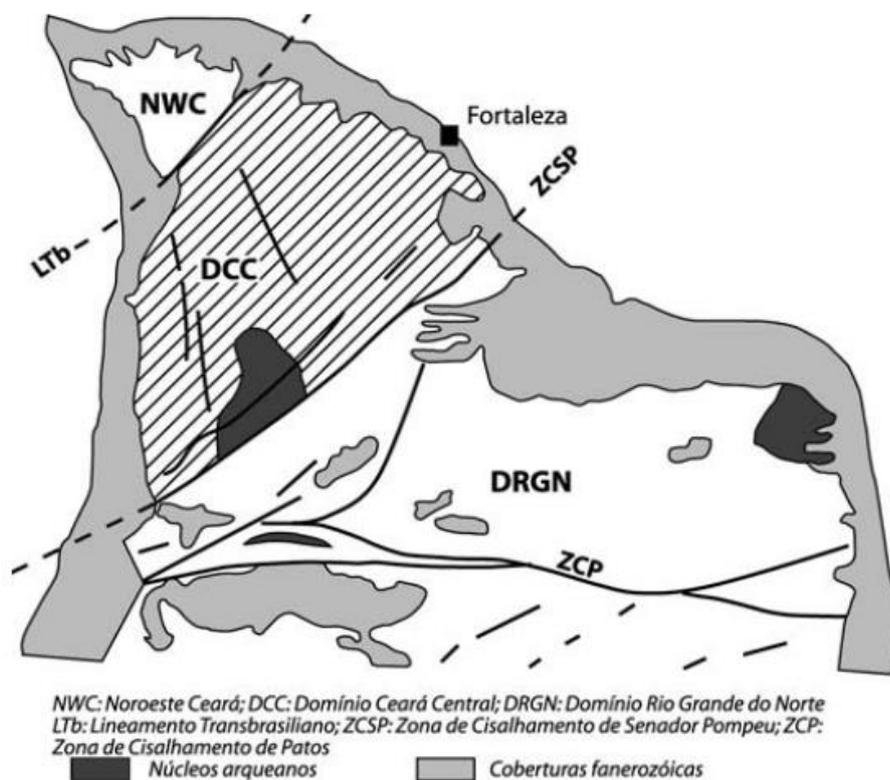


Figura 4: Domínio Ceará Central limitado a SE (Fetter, 1999)

Rochas do Arqueano

Os afloramentos de terrenos arqueanos do Domínio Ceará Central, neste contexto, ocorrem nas proximidades da região de Pedra Branca e Mombaça. Mais recentemente, várias datações U-Pb em zircão confirmaram a existência de pequeno bloco neoarqueano, em torno de 2,7-2,8 Ga (Figura 4) na região (Fetter, 1999).

Com cerca de 6.000 km², recortado pela zona de cisalhamento dúctil de Sabonete-Inharé, o bloco apresenta limites ainda mal definidos, em grande parte por causa das grandes semelhanças litológicas que apresenta com os terrenos paleoproterozóicos vizinhos (Fetter,

1999). Ainda se necessita de estudos geocronológicos para sua melhor delimitação. Dados geocronológicos obtidos recentemente (idades modelo Sm/Nd) mostram que este bloco arqueano passou por um intenso retrabalhamento no paleoproterozóico.

Rochas do Paleoproterozóico

Rochas de idade paleoproterozóica são comuns no Domínio Ceará Central, correspondendo a maioria da área aflorante. Dessa forma, podem ser subdivididas em duas sub-unidades: os terrenos do tipo TTG que constituem o Complexo Cruzeta junto com os terrenos arqueanos (Cavalcante *et al.*, 2003) e os terrenos granito gnaisses.

Terrenos TTG

Os terrenos TTG bordeiam a noroeste o bloco arqueano de Pedra Branca, aflorando desde a região de Madalena/Boa Viagem até a região de Choró. São formados essencialmente por rochas metaplutônicas de composição tonalítica a granodiorítica associadas a faixas supracrustais (Sequência Algodões – Arthaud & Landim, 1995 e Suíte Metamórfica Algodões-Choró - Martins, 2000) constituídas de rochas metavulcânicas básicas (anfíbolitos com ou sem granada) e rochas metassedimentares diversas, inclusive formações ferríferas e manganésíferas bandadas.

Estas sequências foram datadas pelo método U-Pb em zircão (Fetter, 1999; Martins, 2000). Os resultados apresentados são compatíveis e apontam para idade em torno de 2,1-2,13 Ga para os ortognaisses tonalíticos. Em amostras dos anfíbolitos da Sequência Algodões, uma isócrona Sm-Nd em rocha total (Martins & Oliveira, 2004) forneceu idade de ca. 2,23 Ga compatível, segundo os autores, com o caráter intrusivo dos tonalitos/granodioritos nas rochas supracrustais.

Tanto no caso dos ortognaisses como das rochas supracrustais, as idades modelo são muito próximas das idades U-Pb e os valores ϵ_{Nd} são positivos, mostrando que se trata de material juvenil. Segundo Martins *et al.* (1998) e Martins & Oliveira (2004), a Sequência Algodões se desenvolveu em ambiente de arco oceânico.

É provável que a unidade atualmente denominada Complexo Cruzeta tenha resultado da acreção de vários arcos insulares paleoproterozóicos (idades compreendidas entre 2,1 e 2,15 Ga) em torno de pequeno núcleo arqueano (Fetter, 1999).

Como no caso do Complexo Pedra Branca, é predominante, nesta unidade, o registro deformacional (tangencial) e metamórfico (fácies anfibólito alto, às vezes acompanhado de migmatização mais ou menos acentuada) relacionados ao Ciclo Brasileiro.

Terrenos gnaiss-migmatíticos

Trata-se de associação complexa de rochas metaplutônicas, na qual predominam rochas de composição granítica, embora metatonalitos e metagranodioritos também sejam comuns, bem como rochas supracrustais diversas (metapelitos, quartzitos, rochas calcissilicáticas, metavulcânicas básicas, etc.). Assemelham-se ao embasamento do Domínio Rio Grande do Norte (Complexo Caicó) ou do Domínio Orós-Jaguaribe (Bloco Jaguaretama, Parente & Arthaud, 1995). Do ponto de vista geocronológico, estes terrenos não foram bem caracterizados no Ceará Central, mas é possível que, como nos domínios vizinhos, apresentam TDM compreendida entre 2,4 e 2,7 Ga, indicando o retrabalhamento de crosta arqueana (Fetter, 1999).

Rochas do Meso-Neoproterozóico

O Meso-Neoproterozóico é caracterizado por coberturas metassedimentares que podem ser reunidas no Complexo Ceará (Arthaud *et al.*, 1998).

Boa parte do Domínio Ceará Central está coberta por rochas metassedimentares e foram subdivididas, com conotações apenas cartográficas, em sequências informais (sequências Itatira, Canindé, Independência, etc. Arthaud *et al.*, 1998b). As subdivisões não apresentam, por enquanto, significado geológico claro e não se pode dizer se representam o resultado de evolução separada de várias bacias ou se correspondem ao desmembramento de uma única entidade.

Tais unidades possuem certas características em comum: são associações de rochas essencialmente pelíticas ou semi-pelíticas, com contribuições variáveis, mas subordinadas, de quartzitos e carbonatos (mármore e rochas calcissilicáticas). A presença de rochas metavulcânicas ácidas ou básicas é limitada.

Sua idade deposicional original ainda não é muito nítida: existe, no Domínio Ceará Central, apenas uma idade U-Pb de 772 ± 31 Ma em zircão de metarriolito da Sequência Independência (Fetter, 1999) e esta pode ser interpretada como idade de deposição, mas apenas como uma das alternativas possíveis.

Atualmente, os dados de idade modelo TDM disponíveis para as sequências não são, ainda, conclusivos, mas demonstram que boa parte do material sedimentar é proveniente da erosão dos domínios paleoproterozóicos ou mesmo arqueanos que formam seu embasamento, com idades modelo tão antigas como 2,25 Ga na sequência de Itatira (Santos *et al.*, 2003). Entretanto, boa parte dos valores TDM disponíveis para estas sequências (Fetter, 1999; Santos *et al.*, 2003; Torres, 2004; Castro *et al.*, 2003; Arthaud, dados inéditos) é mesoproterozóica e, no caso da região de Redenção, existe pelo menos uma idade TDM neoproterozóica (949 Ma em rochas calcissilicáticas, Torres, 2004). Considerando a importante contribuição do continente paleoproterozóico como fonte de material, é provável que a deposição dos sedimentos originais seja bem mais recente do que os TDM mais novos, o que leva a pensar que ela aconteceu, na realidade, no Neoproterozóico, ao contrário do que foi considerado por Cavalcante *et al.*, no Mapa Geológico do Ceará (2003), que atribuíram as sequências ao Paleoproterozóico.

Esta conclusão condiz diretamente com a idade dos metarriolitos de Independência, que representariam manifestação magmática associada a extensão e afinamento crustal que culminaram com a abertura de bacia oceânica (Oceano Farusiano na Província do Hoggar, África do Oeste, Caby *et al.*, 1981) posteriormente fechada durante a colisão brasileira. Neste caso, o Complexo Ceará, pelo menos no centro do Domínio Ceará Central, corresponderia a depósitos de margem passiva neoproterozóica.

Porém, os dados geocronológicos disponíveis ainda são insuficientes para explicar de maneira satisfatória a história deposicional das rochas metassedimentares, e mostram que sua história metamórfica/deformacional é monocíclica e que o único ciclo orogênico que afetou as coberturas foi o Ciclo Brasileiro, ao final do Neoproterozóico. A idade do metamorfismo brasileiro no Ceará Central foi obtida em paragnaisse da região de Itatira (Santos *et al.*, 2003).

Complexo Tamboril-Santa Quitéria

Tal complexo está representado desde os mapeamentos efetuados pela CPRM nos anos setenta (Campos *et al.*, 1976; Braga *et al.*, 1977), aparecendo bem delimitada no Mapa Geológico do Ceará publicado em 1983 (Cavalcante *et al.*, 1983). Uma das suas características marcantes é a intensa migmatização associada à presença de grande volume de granitos anatóxicos e de restitos constituídos essencialmente por anfibolitos e rochas calciossilicáticas.

Fetter *et al.* (2003) chegaram à conclusão que os protólitos desta unidade foram gerados em ambiente de arco magmático continental, acima de zona de sutura localizada a oeste (possivelmente no Lineamento Transbrasiliano, posteriormente reativada em transcorrência destal) e com mergulho para leste.

Dessa forma, a inferência foi baseada inicialmente na assinatura isotópica (idades modelo) das rochas migmatíticas (de protólitos dioríticos a graníticos) e da sola metassedimentar da unidade, com várias idades modelo neoproterozóicas (Fetter *et al.*, 2003). No caso das rochas metaplutônicas do Complexo Tamboril–Santa Quitéria, os dados implicam em mistura de magmas juvenis neoproterozóicos com gnaisses paleoproterozóicos circunvizinhos (Fetter *et al.*, 2003). As rochas metassedimentares basais seriam, em parte, produto da erosão do material juvenil. A intensa deformação e a anatexia avançada, adquiridos durante o pico da colisão brasileira, dificultam a reconstituição da geometria do arco.

As datações U-Pb em zircão de vários corpos graníticos deformados do complexo variam entre 649 e 615 Ma. Os granitos representam os últimos estágios da evolução do arco, caracterizados por aumento progressivo da participação crustal, principalmente por refusão do material magmático mais precoce (Fetter *et al.*, 2003).

Ainda, Fetter *et al.* (2003) consideram a possibilidade da sequência metassedimentar de Independência ser uma bacia de back-arc formada durante a evolução do arco de Santa Quitéria, que teria se iniciado por volta de 770 Ma. Esta interpretação é prejudicada pela natureza da sedimentação da seqüência, caracteristicamente de natureza plataformal. A interpretação de que o Complexo Ceará representa uma margem passiva e o Complexo Tamboril-Santa Quitéria representa um arco magmático implica na existência de uma zona de sutura na interface entre as duas unidades.

Granitóides brasileiros

As fases sucessivas da colisão estão marcados pela geração de granitos em todas as cadeias: os pré-colisionais ou arcos magmáticos continentais, associados à subducção, os sin-colisionais associados à fase tangencial, e os tardi-orogênicos e os pós-orogênicos associados ao desenvolvimento de transcorrências e desespessamento da crosta.

Resumidamente, os granitos sin-colisionais podem ser subdivididos em dois conjuntos: os granitos sin-fase tangencial, associados ao espessamento da crosta, e os granitos sintranscorrências, associados à fase de extrusão lateral consecutiva ao espessamento.

Dessa forma, os granitos associados ao estágio tangencial ainda não são muito bem conhecidos, pois boa parte deles se encontra, atualmente, na forma de lâminas gnáissicas muito deformadas e difíceis, no presente estado da cartografia, de serem individualizados. Dois exemplos de granitos do tipo S ocorrem na região compreendida entre a Zona de Cisalhamento Dúctil de Senador Pompeu e a Zona de Cisalhamento Dúctil de Orós: trata-se dos muscovita granitos de Senador Pompeu e de Banabuiú, respectivamente. De outro lado, o nível crustal atualmente exposto no Domínio Ceará Central é muito profundo e grande parte dos granitos do tipo S gerados nas zonas de intensa fusão crustal (tipo leucogranitos himalaianos) provavelmente foi eliminada há tempo pela erosão quando da volta da crosta à sua espessura normal. Em consequência, grande parte dos granitos sin fase tangencial ainda não foi devidamente estudada.

Rochas do Paleozóico

Como já supracitado, os últimos granitos relacionados com a orogênese brasileira datam do Cambriano médio (Granito da Serra do Barriga, $522 \pm 7,6$ Ma pelo método U-Pb em monazita, Matos *et al.*, 2003).

A dinâmica de movimentação das megazonas de cisalhamento se prolonga, em condições frágeis, provavelmente até o fim do Cambriano / início do Ordoviciano e, no caso do Lineamento Transbrasiliano, até o Devoniano (provavelmente de maneira descontínua). Ao final da história brasileira, formam-se pequenas bacias do tipo pull-apart controladas pela atividade tardia das transcorrências (bacias de Jaibaras, Cococi, etc., Parente *et al.*, 2004).

Portanto, a Formação Serra Grande (Siluriano da base da Bacia do Parnaíba) se depositou sobre as unidades pré-cambrianas e cambro/ordovicianas, fechando esta parte da história do Domínio Ceará Central. No Meso-Cenozóico verifica-se a ocorrência de vulcanismo básico representado na região por enxames de diques lineares ENE-WSW.

Pegmatitos

Os corpos pegmatíticos do município de Quixeramobim estão relacionados a intrusões graníticas de idade brasileira. Esses corpos intrusivos seccionam litotipos dos complexos Ceará, unidade Canindé, nas porções mais a norte; e Acopiara, nas regiões de Solonópole e Jaguaribe. Essas unidades são constituídas essencialmente por rochas paraderivadas de médio

a alto grau metamórfico; e por corpos granitoides, de dimensões variadas, de idades neo e paleoproterozoicas (DNPM, 1984).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

O objetivo principal do trabalho foi a análise de gemas e minerais com bom grau, no mínimo semi translúcido, de diafanidade, através do Polariscópio Gomes, para testar sua utilização e eficiência. Para estas análises foram utilizados uma parte do acervo do laboratório de Gemologia da Universidade Federal do Ceará, coleção particular e exemplares gemológicos coletados no Distrito de Quixeramobim.

4.2 Objetivos específicos

Elaborar tabelas contendo todas as gemas e minerais gemológicos analisados, classificando-os por meio das indicatrizes ópticas uniaxiais e biaxiais, análise do grau de facilidade ao visualizar o caráter e sinal óptico das gemas em questão com o Polariscópio Gomes.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração deste trabalho, foi utilizado uma parte do acervo catalogado do laboratório de Gemologia da Universidade Federal do Ceará e 26 amostras coletadas em campo (Figuras 5 a 7) que foram devidamente identificadas e classificadas pelo Polariscópio Gomes. O seguinte trabalho foi dividido em três etapas. Na primeira foram separadas e classificadas as 141 amostras do laboratório de Gemologia do departamento de Geologia da UFC, através do Polariscópio Gomes que fornecia as figuras de interferência (Figuras 8 a 11), quanto ao seu caráter e sinal óptico utilizando a Tabela de figuras de interferência (Figura 12). A segunda etapa consistiu no recolhimento de amostras na região de Quixeramobim, amostras de procedência conhecida. A terceira etapa consistiu em realizar análises com os minerais da região acima citada, com o Polariscópio Gomes e conferidos com os instrumentos do laboratório de Gemologia (tradicionais); esta possui a finalidade de estudar o grau de facilidade ao visualizar a figura de interferência dos minerais.

I. Etapa Inicial

Inicialmente correspondeu a confecção de uma tabela subdividida em quatro categorias decorrente dos 4 principais tipos de figuras de interferência, utilizando as gemas lapidadas (Andaluzita, Cianita, Iolita, Nefrita, Diopsídio, Euclásio, Kunzita, Peridoto, Petalita, Topázio, Lazulita, Água- marinha, Apatita, Berilo, Esmeralda, Rubi, Safira, Turmalina, Ametista, Ametrino, Cassiterita, Citrino, Idocrásio, Jeremejevita, Quartzo e Zircão) catalogadas do laboratório de Gemologia que foram selecionadas visando uma boa variabilidade de amostras e classificando a facilidade ao visualizar o caráter e sinal óptico destas. As amostras foram separadas de acordo com o caráter e sinal óptico, numeradas e pesadas em quilates, a formação da figura de interferência foi classificada em excepcional, excelente, bom, regular e ruim.

II. Etapa de Campo

Nesta etapa realizaram-se levantamentos de campo utilizando a trabalhos anteriores de mapeamento, visando o reconhecimento geológico e com o objetivo de adquirir 17 amostras de quartzo, 3 de berilo e 6 de turmalina do Distrito de Quixeramobim. Estas amostras brutas foram coletadas em pegmatitos, visando primeiramente a cor e em seguida a diafanidade dos minerais, o tamanho (amostras com poucos centímetros), para análises posteriores.

III. Etapa de Laboratório

Esta etapa constou na elaboração de uma tabela nos mesmos moldes da Etapa Inicial, mas com as amostras provenientes do Distrito de Quixeramobim; com os instrumentos do laboratório de gemas da UFC e posteriormente foram analisadas no Polariscópio Gomes.

Figura 5 – exemplares de 7 ametistas e 10 citrinos.



Figura 6 – amostras de 3 águas-marinhas.



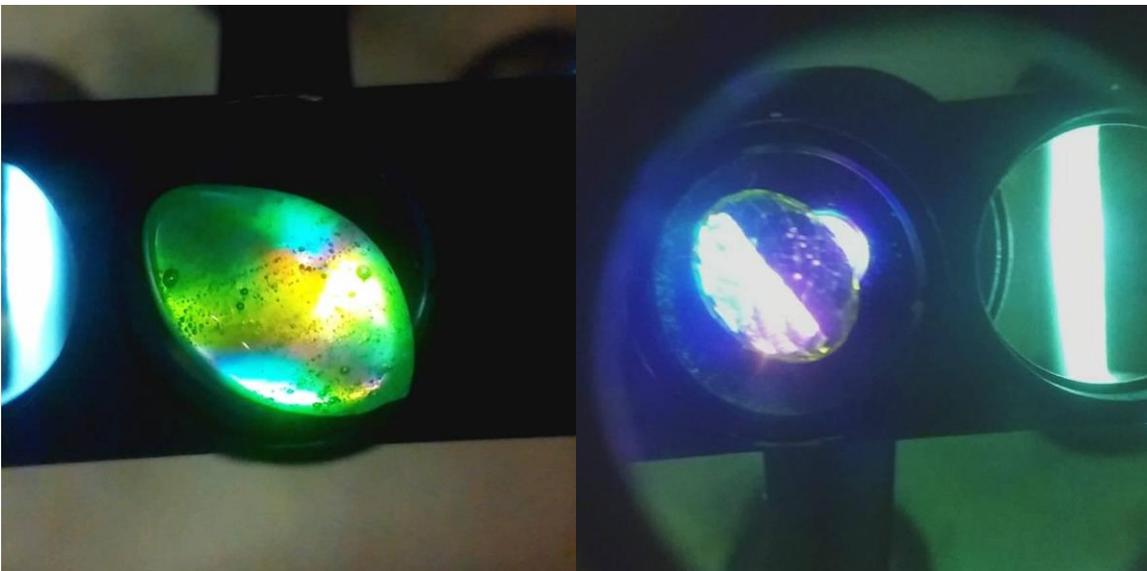
Fonte: autor

Figura 7 – amostras de 6 de turmalinas verdes.



Fonte: autor

Figura 8 – (esquerda) amostra de nefrita indicando uma figura de bisettriz aguda do tipo biaxial negativa. Figura 9 – (direita) exemplar de topázio mostrando uma figura de eixo óptico do tipo biaxial positiva.



Fonte: autor

Figura 10 – (esquerda) amostra de berilo de indicatriz uniaxial negativa. Figura 11 – (direita) exemplar de citrino de indicatriz uniaxial positiva.



Fonte: autor

Figura 12 - Tabela de figuras de interferência (caráter óptico) com analisador de gipso (2017).

ESTUDO CONOSCÓPICO AO MICROSCÓPIO DE LUZ POLARIZADA: TABELA DE FIGURAS DE INTERFERÊNCIA (CARÁTER ÓTICO) COM ANALISADOR DE GIPSO			
Indicatriz Uniaxial Positiva (Uni+)		Indicatriz Uniaxial Negativa (Uni-)	
Indicatriz Biaxial Positiva (Bi+) de Eixo Ótico			
Indicatriz Biaxial Negativa (Bi-) de Eixo Ótico			
Indicatriz Biaxial Positiva (Bi+) de Bissetriz Aguda			
Indicatriz Biaxial Negativa (Bi-) de Bissetriz Aguda			

Fonte: Fujimore & Ferreira (1987).

5.1 Refratômetro

Este instrumento é um dos mais úteis 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 seja transparente ou translúcido. É possível ainda determinar a birrefringência, caráter e sinal ótico 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 pode ser identificado no mineral, ou é um material amorfo, neste, torna-se impossível a leitura de um índice de refração, sendo atestada a falta de birrefringência, caráter e sinal ótico. Caso seja anisotrópico de caráter uniaxial, independentemente do sinal ótico, 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, em que cada mineral possui dois ou três índices de refração principais com diferentes direções e valores.

Para uma leitura completa e com uma margem de erro mínima, torna-se necessário realizar de quatro a seis leituras, dependendo da dificuldade ao visualizar o índice de refração da gema, rotacionando o material aproximadamente em 45° graus a cada nova leitura (Anderson, 1984). Seu uso facilita especialmente a discriminação entre minerais ou materiais isotrópicos e os minerais do Distrito de Quixeramobim, uma vez que as gemas analisadas são anisotrópicas (uniaxial).

5.2 Dicroscópio

Tal instrumento é muito útil para o trabalho gemológico, seu funcionamento é simples e com ele é possível visualizar o pleocroísmo das gemas. O pleocroísmo é causado pela absorção distinta da luz nos cristais birrefringentes, que pode ser forte, médio ou 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 rotaciona-se o dicroscópio rente a um mineral, é decorrente da falta de compensação do índices de refração de gemas anisotrópicas; sendo uma consequência de minerais com os índices de refração muito diferentes.

A principal vantagem no uso deste instrumento para o trabalho desenvolvido está no fato das gemas a que foram analisadas apresentaram um pleocroísmo que vai de fraco à forte, fato dificilmente observado em diversos materiais, há ainda materiais sem qualquer tipo de pleocroísmo. Para este procedimento faz-se necessário rotacionar a gema através do dicroscópio e observar se ocorre uma mudança de tonalidade; se esta mudança 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 classificada como fraca.

5.3 Lâmpada de Luz Ultravioleta

A fluorescência é um método de grande importância para a identificação das gemas, ela é causada pela presença de impurezas que ocorrem na estrutura cristalina do mineral (Schumann, 2006). A fluorescência pode ser aferida em laboratório através do uso de lâmpadas de luz ultravioleta, vale ressaltar o fato de que gemas que contêm altos teores de ferro na composição não exibem fluorescência.

Este método é útil especialmente para diferenciar minerais naturais dos sintéticos, visto que alguns apresentarão uma cor diferente dos naturais devido aos elementos na rede cristalina; para constatação de tal característica faz-se necessário expor o mineral a poucos centímetros da lâmpada ultravioleta; caso haja uma mudança na cor do mineral é devido a presença de elementos químicos que saltam de uma camada de valência para a outra, retornando em seguida, a mudança de cor é a manifestação dessa energia sob a forma de luz. A importância deste método para o presente trabalho reside no fato das amostras coletadas não apresentarem uma fluorescência.

5.4 Espectroscópio

Permite observar as bandas de absorção que se formam no espectro luminoso de uma maneira peculiar a cada pedra examinada; enquanto que em alguns minerais essas bandas ficam mais espessas ou finas, já em outros minerais algumas partes do espectro de absorção ficam escuras. Determinados comprimentos de onda (bandas de cor) são absorvidos ao atravessar uma gema; a cor da gema 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. Por este método pode-se também promover ensaios em pedras brutas (minerais-gema), minerais polidos e inclusive gemas desgastadas. Os melhores resultados são obtidos em pedras coloridas, transparentes e de tons intensos. Nas gemas opacas só é possível a observação dos espectros de absorção quando um pedaço fino da pedra é preparado, por meio de um corte utilizando uma serra, de forma a poder transmitir a luz (Schumann, 2006). De forma muito semelhante ao dicróscópio, o material é analisado por meio do espectroscópio necessitando de luminosidade moderada (artificial ou natural); ao colocar a amostra rente a ocular de

observação do aparelho foi observado às mudanças nas bandas de cores do aparelho (espectros de absorção), em decorrência da composição química diferente de cada um dos minerais analisados, usualmente quanto mais elementos um mineral possuir na sua composição, mais visível será o seu espectro.

5.5 Microscópio Gemológico

O Microscópio Gemológico é muito útil para o gemólogo, este equipamento permite a leitura imediata dos diversos tipos de zoneamento de cores, inclusões sólidas, 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. Através dos diferentes tipos de inclusões, linhas de crescimento e bolhas de ar, torna-se possível identificar substâncias de origem natural ou sintética. As amostras foram analisadas utilizando um fundo escuro ou um fundo claro, conforme a necessidade perante a tonalidade das gemas analisadas.

O uso deste equipamento é de suma importância na identificação de estruturas internas dos materiais e essencial na caracterização de eventuais características nas gemas do laboratório de Gemologia que possam atestar a procedência das amostras e distinção entre gemas naturais e sintéticas. Enquanto que para as gemas de provenientes de Quixeramobim, este serviu para atestar a naturalidade das gemas adquiridas.

5.6 Polariscópio Gomes (Disposição construtiva introduzida em polariscópio para estudo e análise de gemas).

Este dispositivo gemológico inédito, criado em 2016 pelo autor, permite que o observador obtenha o caráter e sinal óptico dos minerais; em escala macroscópica, desde que o material possua, no mínimo, um grau regular de diáfaneidade (semi translúcido); enquanto que o polariscópio simples permite determinar apenas se o mineral possui ou não uma figura de interferência, não sendo possível visualiza-la com este. Ao inserir o material na máquina serão efetuadas rotações para visualização do caráter e sinal óptico. Sendo muito útil para uma identificação rápida; além de ser muito eficiente para distinção de imitações, vidros, plásticos e resinas. Em minerais brutos é mais difícil ocorrer erros ao visualizar a figura de interferência, pois estas não possuem lapidação; gemas com lapidações angulares tendem a

fazer com que o observador interprete que a gema é uniaxial e em lapidações arredondadas faz-se pensar que seria um mineral biaxial.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após serem analisadas 141 amostras do laboratório de gemologia utilizando o Polariscópio Gomes, foi confeccionada uma tabela (Tabela 1) contendo as análises referentes às amostras, para isto as amostras foram enumeradas, tiveram o seu peso mensurado em quilates e foram agrupadas em 4 subgrupos conforme a figura de interferência visualizada, foram estas: biaxiais negativos, biaxiais positivos, uniaxiais negativos e uniaxiais positivos. As 26 amostras coletadas no Distrito de Quixeramobim, foram copiladas em uma tabela (Tabela 2), estas foram pesadas e tiveram sua figura de interferência analisada; as amostras de quartzo, berilo e turmalina foram subdivididas na Tabela 2 conforme o seu sinal óptico, já que todas são uniaxiais. Foi confeccionado um gráfico (Gráfico 1) com todas as 167 amostras analisadas, ilustrando quantas amostras foram classificadas em cada categoria, conforme o seu grau de facilidade ao serem observadas pelo Polariscópio Gomes.

O grau de facilidade ao observar a figura de interferência dos minerais foi classificado como: Excepcional, Excelente, Bom, Regular e Ruim; grau este que era proporcional a facilidade de visualizar a figura de interferência. As amostras cuja classificação foi “excepcional” possuem uma figura de interferência extremamente nítida e com contornos bem definidos. Os exemplares tidos como “excelente” são detentores de um caráter e sinal óptico de fácil interpretação, possuindo pouca dificuldade ao visualizá-lo. As gemas cuja classificação foi “bom” detêm uma figura de interferência mais difícil de ser analisada, com uma figura não tão nítida. As amostras classificadas como “regular” possuem um elevado grau de dificuldade ao serem analisadas, com o caráter e sinal óptico sendo visto com certa dificuldade, exibindo um contorno pouco definido. Os exemplares cuja classificação foi “ruim” não possuem uma figura de interferência nítida, esta falta de nitidez foi ocasionada pelo baixo grau de diafaneidade das amostras, sendo possível apenas classifica-los como anisotrópicos.

Os minerais biaxiais analisados possuem algumas peculiaridades, O baixo grau de diafaneidade das cianitas de número 6 e 7 não permite identificar a figura de interferência destas. Todas as kunzitas e os topázios rosas possuem difícil visualização ao serem observadas pelo pavilhão, porém eram nitidamente mais visíveis ao serem analisados pela cintura. A amostra de topázio incolor número 33 possui isocromáticas abundantes o que dificulta a visualização da figura de interferência. O peridoto número 23 e o diopsídio 4 possuem isocromáticas, o que interfere na interpretação na figura de interferência, porém no peridoto o caráter e sinal óptico são fáceis de serem vistos.

As gemas uniaxiais vistas no Polariscópio Gomes também detêm algumas características peculiares. O baixíssimo grau de diafaneidade das esmeraldas de número (11, 14, 15, 16, 20, 21, 22), não permite identificar a figura de interferência. A isógira da turmalina azul 43 e 48 é muita espessa, dificultando desta forma a interpretação da figura. Todas as amostras de cor mais escura das turmalinas verdes e a amostra de turmalina número 42 em determinado ângulo ficam totalmente pretas; fenômeno este chamado de figura do tipo relâmpago, fenômeno recorrente do corte ter sido paralelo ao eixo óptico “c” das amostras. A amostra de turmalina melancia número 37 apresenta isocromáticas o que torna inviável a interpretação da figura.

As amostras do Distrito de Quixeramobim tiveram majoritariamente figuras de interferência fáceis de serem vistas, porém características não usuais como a figura do tipo relâmpago nos minerais uniaxiais e isocromáticas de cores fortes foram observadas. Todas as turmalinas (amostras 21 a 26) ficam em um determinado momento, extintas (totalmente escuras) apresentando a figura do tipo relâmpago.

Tabela 1: Relação e classificação das amostras do laboratório de Gemologia analisadas conforme o seu caráter e sinal óptico.

Minerais de Indicatriz Óptica Biaxial Negativa				
Número da amostra	Mineral	Composição Química	Peso (Ct)	Visualização da figura de interferência
1	Andaluzita	Silicato de Alumínio	1	Bom
2	Andaluzita	Silicato de Alumínio	1	Bom
3	Andaluzita	Silicato de Alumínio	1	Regular
4	Andaluzita	Silicato de Alumínio	0.5	Ruim
5	Andaluzita	Silicato de Alumínio	0.5	Ruim
6	Cianita	Silicato de Alumínio	10.5	Ruim
7	Cianita	Silicato de Alumínio	1	Ruim
8	Iolita	Silicato de Alumínio e Magnésio	2.5	Bom

9	Iolita	Silicato de Alumínio e Magnésio	1	Regular
10	Iolita	Silicato de Alumínio e Magnésio	0.5	Bom
11	Iolita	Silicato de Alumínio e Magnésio	0.5	Bom
12	Nefrita	Silicato de Alumínio e Sódio	10	Excepcional
13	Nefrita	Silicato de Alumínio e Sódio	10	Excepcional

Minerais de Indicatriz Óptica Biaxial Positiva

Número da amostra	Mineral	Composição Química	Peso (Ct)	Visualização da figura de interferência
1	Crisoberilo	Óxido de Berílio e Alumínio	2.5	Bom
2	Crisoberilo	Óxido de Berílio e Alumínio	2.5	Bom
3	Crisoberilo	Óxido de Berílio e Alumínio	1.5	Bom
4	Diopsídio	Silicato de Cálcio e Magnésio	1	Ruim
5	Diopsídio	Silicato de Cálcio e Magnésio	0.5	Bom
6	Euclásio	Silicato de Berílio e Magnésio	2	Excelente
7	Euclásio	Silicato de Berílio e Magnésio	2	Excelente
8	Kunzita	Silicato de Lítio e Alumínio	5	Ruim
9	Kunzita	Silicato de Lítio e Alumínio	4.5	Regular
10	Kunzita	Silicato de Lítio e Alumínio	3.5	Bom
11	Kunzita	Silicato de Lítio e Alumínio	3	Regular
12	Kunzita	Silicato de Lítio e Alumínio	3	Regular
13	Kunzita	Silicato de Lítio e Alumínio	2	Bom
14	Kunzita	Silicato de Lítio e Alumínio	1	Ruim
15	Kunzita	Silicato de Lítio e Alumínio	0.5	Regular

16	Lazulita	Fosfato de magnésio, ferro e alumínio	1.5	Bom
17	Peridoto	Silicato de Ferro e Magnésio	3.5	Regular
18	Peridoto	Silicato de Ferro e Magnésio	3.5	Bom
19	Peridoto	Silicato de Ferro e Magnésio	2	Excelente
20	Peridoto	Silicato de Ferro e Magnésio	1.5	Ruim
21	Peridoto	Silicato de Ferro e Magnésio	1.5	Regular
22	Peridoto	Silicato de Ferro e Magnésio	0.5	Bom
23	Peridoto	Silicato de Ferro e Magnésio	0.5	Bom
24	Petalita azul	Silicato de Alumínio, Sódio e Lítio	4	Excelente
25	Petalita incolor	Silicato de Alumínio, Sódio e Lítio	2	Excelente
26	Topázio rosa	Silicato de Alumínio e Flúor	0.5	Regular
27	Topázio rosa	Silicato de Alumínio e Flúor	0.5	Regular
28	Topázio azul	Silicato de Alumínio e Flúor	10.5	Excelente
29	Topázio azul	Silicato de Alumínio e Flúor	10	Excelente
30	Topázio azul	Silicato de Alumínio e Flúor	9.5	Excelente
31	Topázio azul	Silicato de Alumínio e Flúor	9	Bom
32	Topázio azul	Silicato de Alumínio e Flúor	1	Regular
33	Topázio incolor	Silicato de Alumínio e Flúor	10.5	Bom
34	Topázio incolor	Silicato de Alumínio e Flúor	7.5	Regular
35	Topázio incolor	Silicato de Alumínio e Flúor	3	Regular
36	Topázio imperial	Silicato de Alumínio e Flúor	2.5	Bom
37	Topázio imperial	Silicato de Alumínio e Flúor	1	Excelente
38	Topázio imperial	Silicato de Alumínio e Flúor	1	Regular

Minerais de Indicatriz Óptica Uniaxial Negativa

Número da amostra	Mineral	Composição Química	Peso (Ct)	Visualização da figura de interferência
1	Apatita azul	Fosfato de Flúor, Clorofato e Cálcio	2	Excelente
2	Água-marinha	Silicato de Berílio e Alumínio	3	Bom
3	Água-marinha	Silicato de Berílio e Alumínio	2	Excelente
4	Água-marinha	Silicato de Berílio e Alumínio	1	Bom
5	Água-marinha	Silicato de Berílio e Alumínio	1	Excelente
6	Berilo amarelo	Silicato de Berílio e Alumínio	5.5	Bom
7	Berilo amarelo	Silicato de Berílio e Alumínio	4	Excelente
8	Berilo incolor	Silicato de Berílio e Alumínio	2.5	Bom
9	Berilo incolor	Silicato de Berílio e Alumínio	2	Bom
10	Berilo rosa	Silicato de Berílio e Alumínio	2	Excelente
11	Esmeralda	Silicato de Berílio e Alumínio	2.5	Ruim
12	Esmeralda	Silicato de Berílio e Alumínio	2	Bom
13	Esmeralda	Silicato de Berílio e Alumínio	2	Bom
14	Esmeralda	Silicato de Berílio e Alumínio	1.5	Ruim
15	Esmeralda	Silicato de Berílio e Alumínio	1.5	Ruim
16	Esmeralda	Silicato de Berílio e Alumínio	0.5	Ruim
17	Esmeralda	Silicato de Berílio e Alumínio	0.5	Regular
18	Esmeralda	Silicato de Berílio e Alumínio	0.5	Regular
19	Esmeralda	Silicato de Berílio e Alumínio	0.5	Regular
20	Esmeralda	Silicato de Berílio e Alumínio	< 0.5	Ruim

21	Esmeralda	Silicato de Berílio e Alumínio	< 0.5	Ruim
22	Esmeralda	Silicato de Berílio e Alumínio	<0.5	Ruim
23	Esmeralda	Silicato de Berílio e Alumínio	< 0.5	Bom
24	Rubi	Óxido de Alumínio	2	Bom
25	Rubi	Óxido de Alumínio	2	Bom
26	Safira azul	Óxido de Alumínio	2	Excelente
27	Safira azul	Óxido de Alumínio	1.5	Regular
28	Safira azul	Óxido de Alumínio	1	Bom
29	Turmalina verde	Borossilicato de Alumínio	4.5	Regular
30	Turmalina verde	Borossilicato de Alumínio	2	Excelente
31	Turmalina verde	Borossilicato de Alumínio	2	Bom
32	Turmalina verde	Borossilicato de Alumínio	1.5	Ruim
33	Turmalina verde	Borossilicato de Alumínio	1	Bom
34	Turmalina verde	Borossilicato de Alumínio	1	Regular
35	Turmalina verde	Borossilicato de Alumínio	1	Excelente
36	Turmalina verde	Borossilicato de Alumínio	0.5	Ruim
37	Turmalina bicolor	Borossilicato de Alumínio	4.5	Ruim
38	Turmalina bicolor	Borossilicato de Alumínio	3.5	Regular
39	Turmalina bicolor	Borossilicato de Alumínio	3	Bom
40	Turmalina bicolor	Borossilicato de Alumínio	2.5	Ruim
41	Turmalina bicolor	Borossilicato de Alumínio	2.5	Ruim
42	Turmalina azul	Borossilicato de Alumínio	1.5	Ruim
43	Turmalina azul	Borossilicato de Alumínio	1	Regular

44	Turmalina azul	Borossilicato de Alumínio	1	Excelente
45	Turmalina azul	Borossilicato de Alumínio	1	Regular
46	Turmalina azul	Borossilicato de Alumínio	1	Regular
47	Turmalina azul	Borossilicato de Alumínio	1	Bom
48	Turmalina rosa	Borossilicato de Alumínio	0.5	Ruim

Minerais de Indicatriz Óptica Uniaxial Positiva

Número da amostra	Mineral	Composição Química	Peso (Ct)	Visualização da figura de interferência
1	Ametista	Óxido de Silício	6.5	Excelente
2	Ametista	Óxido de Silício	5	Ruim
3	Ametista	Óxido de Silício	4.5	Regular
4	Ametista	Óxido de Silício	3	Bom
5	Ametista	Óxido de Silício	3	Regular
6	Ametista	Óxido de Silício	2.5	Bom
7	Ametista	Óxido de Silício	2	Excelente
8	Ametista	Óxido de Silício	1.5	Ruim
9	Ametista	Óxido de Silício	1	Bom
10	Ametista	Óxido de Silício	1	Bom
11	Ametista	Óxido de Silício	1	Excelente
12	Ametrino	Óxido de Silício	5	Regular
13	Ametrino	Óxido de Silício	4	Ruim
14	Ametrino	Óxido de Silício	3.5	Ruim
15	Ametrino	Óxido de Silício	3.5	Regular

16	Ametrino	Óxido de Silício	3	Ruim
17	Cassiterita	Óxido de Estanho	17	Excelente
18	Citrino	Óxido de Silício	7.5	Regular
19	Citrino	Óxido de Silício	5.5	Excelente
20	Citrino	Óxido de Silício	4.5	Excelente
21	Citrino	Óxido de Silício	2.5	Excelente
22	Citrino	Óxido de Silício	2	Excelente
23	Citrino	Óxido de Silício	2	Bom
24	Citrino	Óxido de Silício	1.5	Excelente
25	Citrino	Óxido de Silício	1.5	Bom
26	Jeremejevita	Borato de Alumínio	7	Bom
27	Jeremejevita	Borato de Alumínio	6	Ruim
28	Quartzo	Óxido de Silício	22.5	Ruim
29	Quartzo	Óxido de Silício	9	Bom
30	Quartzo	Óxido de Silício	7	Excelente
31	Quartzo	Óxido de Silício	1	Ruim
32	Quartzo	Óxido de Silício	0.5	Bom
33	Quartzo rosa	Óxido de Silício	12.5	Ruim
34	Quartzo rosa	Óxido de Silício	8	Bom
35	Quartzo rosa	Óxido de Silício	5.5	Bom
36	Quartzo rosa	Óxido de Silício	5	Bom
37	Quartzo rosa	Óxido de Silício	5	Regular
38	Quartzo rosa	Óxido de Silício	4	Ruim

39	Quartzo rosa	Óxido de Silício	3	Ruim
40	Quartzo rosa	Óxido de Silício	2	Regular
41	Zircão	Silicato de Zircônio	3.5	Bom
42	Zircão	Silicato de Zircônio	2	Bom

Fonte: autor

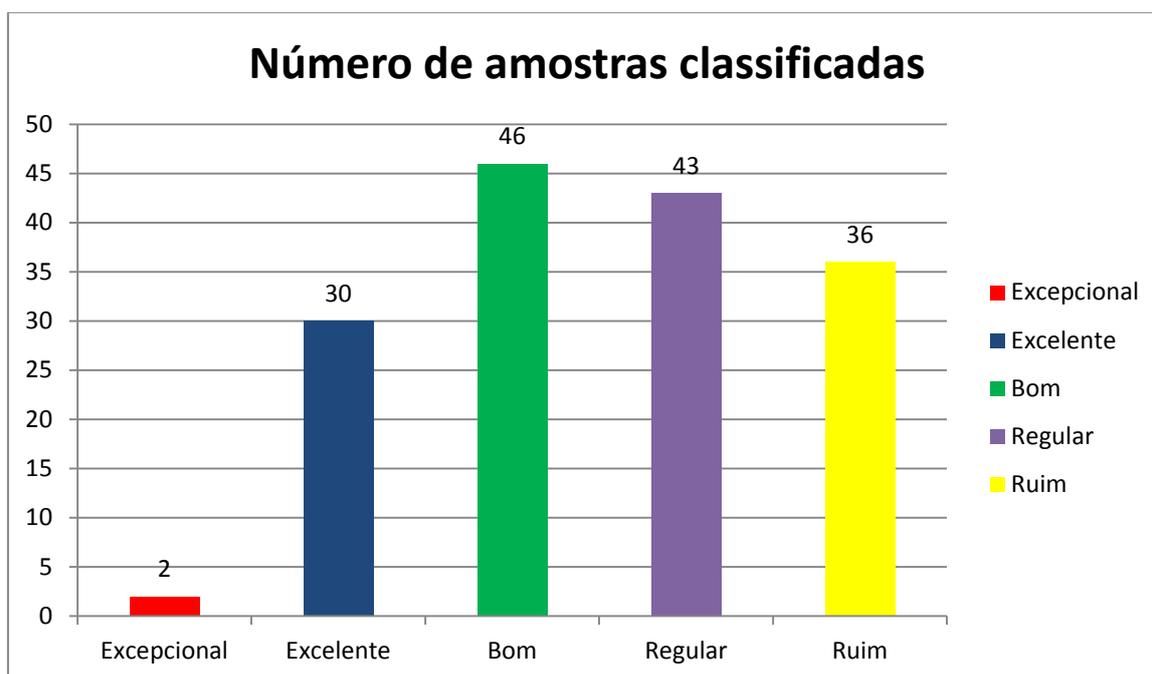
Tabela 2: Classificação das amostras do distrito de Quixeramobim conforme o seu caráter e sinal óptico.

Minerais do distrito de Quixeramobim				
Número da amostra	Mineral	Caráter e sinal óptico	Peso (ct)	Visualização da figura de interferência
1	Ametista	Uniaxial Positivo	21	Regular
2	Ametista	Uniaxial Positivo	19.5	Bom
3	Ametista	Uniaxial Positivo	16	Bom
4	Ametista	Uniaxial Positivo	15.5	Ruim
5	Ametista	Uniaxial Positivo	14	Regular
6	Ametista	Uniaxial Positivo	13	Bom
7	Ametista	Uniaxial Positivo	13	Ruim
8	Citrino	Uniaxial Positivo	7	Excelente
9	Citrino	Uniaxial Positivo	5	Boa
10	Citrino	Uniaxial Positivo	4	Regular
11	Citrino	Uniaxial Positivo	4	Boa
12	Citrino	Uniaxial Positivo	3.5	Excelente
13	Citrino	Uniaxial Positivo	3.5	Boa
14	Citrino	Uniaxial Positivo	3	Boa
15	Citrino	Uniaxial Positivo	2.5	Ruim
16	Citrino	Uniaxial Positivo	1.5	Excelente
17	Citrino	Uniaxial Positivo	1.5	Ruim
18	Água-marinha	Uniaxial Negativo	55	Ruim

19	Água-marinha	Uniaxial Negativo	55	Regular
20	Água-marinha	Uniaxial Negativo	21	Regular
21	Turmalina	Uniaxial Negativo	6.5	Ruim
22	Turmalina	Uniaxial Negativo	4	Regular
23	Turmalina	Uniaxial Negativo	3.5	Ruim
24	Turmalina	Uniaxial Negativo	2	Boa
25	Turmalina	Uniaxial Negativo	1	Ruim
26	Turmalina	Uniaxial Negativo	0.5	Boa

Fonte: autor

Gráfico 1: Distribuição das gemas e minerais analisadas conforme o grau de facilidade ao observar o caráter e sinal óptico por meio do polariscópio Gomes.



Fonte: autor

7. CONCLUSÃO

Após os diversos ensaios e testes realizados com as amostras do laboratório de Gemologia da Universidade Federal do Ceará e do distrito pegmatítico de Quixeramobim, pode-se constatar que o Polariscópio Gomes é muito eficiente. Com análises rigorosas em 167 amostras, foi possível visualizar com facilidade a figura de interferência na maioria dos minerais.

Com relação as gemas do laboratório de Gemologia observadas com o Polariscópio Gomes. Apenas 2 minerais apresentaram uma figura que classificou-se como “excepcional” sendo possível observá-la de imediato. Trinta (30) amostras sendo classificadas como “excelente”, 46 gemas tiveram a interpretação da figura de interferência classificada como “bom”, 43 minerais foram tidos como “regular” e 36 exemplares possuíam uma figura difícil de ser analisada.

Para a visualização do caráter e sinal óptico, fatores como diafaneidade são muito importantes, se este for de baixo grau a interpretação fica muito comprometida. Não existe nenhum tipo de relação entre o tamanho da amostra e a facilidade em visualizar a figura de interferência, existindo exemplares pequenos com “boas” figuras e gemas grandes com figuras “ruins”.

Com relação aos exemplares do município de Quixeramobim, após a etapa de campo foi realizado uma caracterização gemológica de rotina para gemas coradas e as amostras de quartzo, berilo e turmalina possuem as características ópticas dentro da média para estes grupos, confirmando desta forma a identificação prévia que foi realizada nestas.

No quesito figura de interferência das amostras de Quixeramobim com o Polariscópio Gomes, os citrinos (variedade do quartzo) possuem um caráter e sinal óptico fácil de ser visto, enquanto que a variedade de cor roxa do quartzo (ametista) não possui uma interpretação fácil devido a sua forma muito assimétrica influenciando, desta forma, a observação. O baixo grau de diafaneidade das águas-marinhas e das turmalinas tornou a visualização e interpretação da figura de interferência laboriosa e difícil.

Contudo, ficou evidente que o Polariscópio Gomes é extremamente eficaz na interpretação do caráter e sinal óptico de gemas que possuam um bom grau de diafaneidade, tornando a caracterização gemológica mais rápida, segura e eficiente; outro fato foi a forma exageradamente assimétrica de algumas gemas e a lapidação. Instrumentos clássicos como o refratômetro, não conseguem extrair dados ópticos de uma gema, por esta possuir um elevado

índice de refração, como cassiterita, zircão, rutilo, cuprita, esfênio e nestes casos o Polariscópio Gomes consegue mostrar estes dados, pois não depende do índice de refração do mineral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. R.; Parente, C. V., Arthaud, M. H. **Geologia da Folha de Quixeramobim SB.24-V-D-III**. Programa Geologia do Brasil Levantamentos Geológicos Básicos. Universidade Federal do Ceará. CPRM, Fortaleza, 2008.

ALMEIDA, F. F. M. **Províncias estruturais brasileiras**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande. Boletim Resumos. Campina Grande: SBG, 1977. v. 6, p. 363-391.

ANDERSON, B. W. **Identificação das Gemas**. Editora Ao Livro Técnico S/A – Rio de Janeiro, 460 p., 1984.

ARTHAUD, M. H. **Main structural features of Precambrian domains from Ceará (NEBrazil)**. INTERNATIONAL CONFERENCE ON BASEMENT TECTONICS, 14., Ouro Preto. Abstracts, Ouro Preto: UFOP/Escola de Minas, 1998. p. 84-85.

ARTHAUD, M. H.; LANDIM, D. F. **Relações da seqüência metassedimentar de Quixeramobim com seu embasamento**. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 16., 1995, Recife. Atas... Recife: SBG, 1995. v. 1, p. 125-128.

ARTHAUD, M. H.; TORQUATO, J. R.; NOGUEIRA NETO, J. A. **A deformação do granito Serra Branca-Complexo Granítico de Quixadá – Quixeramobim (CE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., Belém. Anais... Belém: SBG, 1988. v. 3, p. 1015-1023.

BRAGA, de P. G.; MENDONÇA, J. C. G. **Seqüências vulcano-sedimentares de Orós e Jaguaribe, Folhas SB-24-Z-A-I, Região Sudeste do Ceará**. Fortaleza: NUCLEBRÁS/CEMINAS, 1984. (Relatório inédito).

BRASIL. 2002. **Lei nº 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.

BRASIL.IBGE. **Censo Populacional 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 29 de novembro de 2010.

BRITO NEVES, B. B. **Tectonic history of the Borborema Province, NW Brazil.** In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. Tectonic Evolution of South America. Rio de Janeiro: SGB, 2000. p. 151-182.

BRITO NEVES, B.B. **Regionalização Geotectônica do Pré-cambriano Nordestino.** São Paulo. (Tese de doutoramento apresentada ao instituto de geociências da usp), 1975, 198p

CABY, R., BERTRAND, J. M.; BLACK, R. **Oceanic closure and continental collision in the Hoggar-Ifforas Pan-African segment.** In: KRONER, A. (Ed.). Precambrian Plate Tectonics. Amsterdam: Elsevier, 1981. p. 407-434.

CABY, R.; ARTHAUD M. H. **Major Precambrian nappes of the Brazilian Belt. Ceará, Northeast Brazil.** Geology, Boulder, n. 14, p. 871-874, 1986.

CAMPOS, M. **Projeto Rio Jaguaribe.** Recife: CPRM/DNPM, 1976. v. 1.

CASTRO, N. A.; BASEI, M. A. S.; SATO, K. **Nd data from Central Ceara Domain: archean relicts, paleoproterozoic record and neoproterozoic crustal reworking.**In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 4, 2003, Salvador. Short Papers. Salvador: CBPM/IRD, 2003. p. 161-163.

CAVALCANTE, J. C. **Mapa geológico do Estado do Ceará – Escala 1:500.000.** MME/CPRM. 2003.

CAVALCANTE, J. C. **Mapa geológico do Estado do Ceará – Escala 1:500.000.** Fortaleza. MME/CPRM, 1983.

DNPM. **Geologia dos pegmatitos de Metais Raros da Região W e NW de Solonópole (CE).** Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia, Goiânia, Goiás, 1986; V.5; pp 2283-96, p. 17.

FETTER, A. H. **Evidence for neoproterozoic continental arc magmatism in the Santa Quitéria Batholith od Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the assembly of West Gondwana.** Gondwana Research, Japan, v. 6, p. 265-273, 2003.

FETTER, A. H. **U/Pb and Sm/Nd Geochronological Constraints on the Crustal Framework and Geologic History of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the Assembly of Gondwana.** 1999. 164 f. Thesis. (PhD) - Department of Geology, Kansas University, Kansas, 1999.

FUJIMORI, S. & FERREIRA, Y.A. **Introdução ao uso do microscópio petrográfico**, 2a. edição, Centro Editorial e Didático da UFBA, Salvador, BA, Brasil, 2a Edição, 202pp. 1979.

HUGHES, R.W. 2017. **Ruby & sapphire: A Gemologist's guide.** Bangkok, RWH Publishing/Lotus Publishing. 816 p.

IBGM/DNPM. **Manual Técnico de Gemas.** Editora Convênio DNPM/IBGM – Brasília, 215 p. 2009.

JARDIM DE SÁ, E. F. **A faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na Cadeia Brasileira/Pan Africana.** 1994. 803 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 1994.

MARQUES, F. J. **Geologia do Campo Pegmatítico de Berilândia, CE.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação e Recursos Minerais e Hidrogeologia. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. São Paulo, 1992.

MARTINS, G. **Geochemistry and geochronology of the Algodões sequence, Ceará, NE Brazil: a paleoproterozoic magmatic arc in the Central Ceará domain of the Borborema Province.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., 1998, Belo-Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG, 1998. p. 28.

MARTINS, G. **Litogeoquímica e controles geocronológicos da Suíte Metamórfica Algodões-Choró.** 2000. 218 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

MARTINS, G.; OLIVEIRA, E. P. **Arcabouço litoestrutural da suíte metamórfica Algodões-Choró, Domínio Ceará Central da Província Borborema.** Revista de Geologia, Fortaleza, v. 17, n. 1, p. 38-51, 2004.

MONIÈ, P.; CABY, R.; ARTHAUD, M. H. **Timing of the Neoproterozoic Brasiliano orogeny in northeast Brazil: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages and petrostructural data from Ceará.** Precambrian Research, Berlin, n. 81, p. 241-264, 1997.

NOGUEIRA, J. F. **Estrutura, geocronologia e alojamento dos batólitos de Quixadá, Quixeramobim e Senador Pompeu – Ceará Central.** 2004. 123 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

PARENTE, C. V.; SILVA FILHO, W. F.; ALMEIDA A. R. **Bacias do estágio da transição do domínio setentrional da Província Borborema.** In: MANTESSO-NETO, V. *et al.* (Orgs.). **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.** [S.l.]: Beca, 2004. p. 525-536.

SANTOS, T. J. S. **Nd isotopes and the provenance of metasediments of the Itataia Group, Northwest Borborema Province, NE Brazil.** In: IV SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 4., 2003, Salvador. Short Papers. Salvador: CBPM; IRD, 2003. p. 286-289.

SCHOBENHAUS C.; CAMPOS, D. de A. **A evolução da Plata-Forma Sul-Americana no Brasil e suas principais concentrações minerais.** In: SCHOBENHAUS, C. *et al.* (Eds.). **Geologia do Brasil.** Brasília: MME/DNPM, 1984. p. 9-53.

SCHUMANN, W. **Gemas do Mundo.** DISAL Editora – São Paulo, 279 p., 2006.

TROMPETTE, R. **Geology of Western Gondwana, Pan African-Brasiliano aggregation of South America and Africa.** Rotterdam: A. A. Balkema, 1994. 350 p.