
**Ministério de Minas e Energia
Serviço Geológico do Brasil - CPRM
Governo do Estado do Rio Grande do Norte
Secretaria de Estado da Indústria, do Comércio, da Ciência e da Tecnologia - SINTEC**

GEMAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

João Francisco Silveira de Moraes

Superintendência Regional do Recife
1999

Sumário

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Rodolpho Tourinho Neto

Ministro de Estado

José Luiz Pérez Garrido

Secretário Executivo

Luciano de Freitas Borges

Secretário de Minas e Metalurgia

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

Serviço Geológico do Brasil

Geraldo Gonçalves Soares Quintas

Diretor-Presidente

Umberto Raimundo Costa

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Paulo Antonio Carneiro Dias

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Thales Queiroz Sampaio

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

José de Sampaio Portela Nunes

Diretor de Administração e Finanças

Marcelo Soares Bezerra

Superintendente Regional do Recife

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Garibaldi Alves Filho

Governador

Nelson Hermógenes de Medeiros Freire

Secretário de Estado da Indústria, do Comércio, da Ciência e da Tecnologia

Paulo Waldemiro Soares Cunha

Coordenador de Rec. Minerais Ciênc. e Tecnol. da Secretaria da Ind., do Com., da Ciênc. e da Tecnologia do RN

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO RIO GRANDE DO NORTE - SEBRAE/RN

Luiz Claudio Souza Macedo

Diretor-Presidente

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI/RN

Marcos José de Castro Guerra

Diretor

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO RIO GRANDE DO NORTE - CEFET

Francisco das Chagas Mariz Fernandes

Diretor Geral

FUNDAÇÃO NORTE-RIOGRANDENSE DA PESQUISA E CULTURA - FUNPEC

Ana Célia Cavalcanti Fernandes Campos

Superintendente

EQUIPE TÉCNICA

Geólogo Adelson Alves Wanderley
Gerente de Recursos Minerais (CPRM/Recife)

Geólogo Antonio José Barbosa
Supervisor (CPRM/Recife)

Eng. Minas Paulo Eduardo d'Oliveira Ventura
Chefe de Fomento e Pesquisa Mineral da
Secretaria de Ind. Com. Ciênc. e Tecnol. do RN

Gemóloga Narla Sathler Musse de Oliveira
Centro Federal de Educação Tecnológica
do Rio Grande do Norte

Geólogo João Francisco S. de Moraes
Técnico Min. Almir Gomes Freire

Digitalização de Mapas

Coord. Geól. Paulo R. S. de Assunção
Digitalização: Luiz Cláudio Ferreira
Técnico Flávio Renato A. de A. Escorel

Digitização

Clara Fabíola Freire Mariz

Editoração Eletrônica

Geólogo Claudio Scheid
Técnico Flávio Renato A. de A. Escorel

Analista de Informações

Dalvanise da Rocha S. Bezerril

Moraes, João Francisco Silveira de
Gemas do Estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM,
1999.
72 p. il. 1 mapa *in bolso*.

1. Geologia Econômica
 2. Gemologia
 3. Pedras Preciosas
 4. Brasil
 5. Rio Grande do Norte
- I. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
 - II. Título

CDD 553.8

Capa: Da esquerda para a direita, no sentido horário: cristal de berilo com água marinha; lote de verdelita; lote de água marinha; lote de indicolita.

RESUMO	i
1 - INTRODUÇÃO	01
2 - METODOLOGIA	05
3 - CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	07
4 - PRINCIPAIS GEMAS DO RIO GRANDE DO NORTE	13
4.1 Grupo do Berilo	16
4.1.1 Água Marinha	17
4.1.2 Esmeralda	18
4.1.3 Berilo para Coleção	19
4.2 Grupo das Turmalinas	21
4.3 Grupo do Quartzo	22
4.3.1 Ametista	22
4.3.2 Quartzo Róseo	23
4.4 Lazulita	23
4.5 Granada	24
4.6 Coríndon	26
4.7 Cordierita	26
4.8 Euclásio	27
5 - DISTRITOS GEMOLÓGICOS	28
5.1 Distrito Gemológico Centro-Sul	28
5.1.1 Geologia Local	28
5.1.2 Perspectivas Econômicas	30
5.2 Distrito Gemológico Sul	30
5.2.1 Geologia Local	31
5.2.2 Perspectivas Econômicas	34
5.3 Distrito Gemológico Extremo Sudoeste	34
5.3.1 Geologia Local	35
5.3.2 Perspectivas Econômicas	36
5.4. Ocorrências em Outras Áreas	36
6 - EXPLOTAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DAS GEMAS	38
7 - CONCLUSÕES	41
8 - RECOMENDAÇÕES	44
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
10 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA	53
ANEXOS:	
Anexo I: Listagem dos Jazimentos de Gemas	61
Mapa Gemológico do Estado do Rio Grande do Norte	

Resumo

O presente trabalho apresenta os resultados do inventário dos jazimentos de gemas do Estado do Rio Grande do Norte, o qual possibilitou a elaboração do mapa gemológico do estado na escala 1:500.000. Nele estão representados 148 jazimentos de gemas, envolvendo onze espécies distintas. A **água marinha** é a gema mais abundante do estado, ocupando o segundo lugar as **turmalinas** e em terceiro a **esmeralda**. Os depósitos de gemas estão distribuídos por 28 municípios, sendo que sete deles concentram 73,6% do total. Os principais municípios portadores de gemas são Lajes Pintadas, Tenente Ananias, Parelhas e Equador.

Os pegmatitos são as principais rochas hospedeiras das gemas, reunindo 87,2% do total de depósitos investigados, abrigando todos os jazimentos de água marinha e de turmalina-gema. Os pegmatitos com água marinha são relativamente homogêneos, localmente diferenciados na forma de bolsões, enquanto aqueles portadores de turmalina-gema são mais evoluídos, zonados e com maior número e quantidade de minerais acessórios. Os outros tipos de hospedeiras são biotítico de natureza máfico-ultramáfica que aloja as ocorrências de esmeralda, e veios de quartzo que encerram 11 jazimentos. As rochas encaixantes dos jazimentos são ortognaisses do embasamento, metassedimentos do Grupo Seridó e granitóides porfíricos do Brasileiro.

Os estudos de campo lograram a descoberta de uma faixa esmeraldífera que se estende descontinuamente por mais de 30km na direção NNE-SSW, localizada no extremo sudoeste do estado, estando associada à zona de cisalhamento de Portalegre.

Foram definidas três áreas de grande concentração de jazimentos de gemas, designadas de Distritos Gemológicos Centro-Sul, Extremo Sudoeste e Sul, sendo os dois primeiros essencialmente berilíferos, ricos em água marinha, e o último turmalinífero, contendo também outras espécies gemológicas como lazulita, euclásio, granada, quartzo róseo e água marinha. As áreas desses distritos abrangem principalmente os municípios acima citados.

Conclui-se que o potencial gemológico do Rio Grande do Norte está entre os mais importantes do país, tanto pela quantidade de jazimentos, como pela qualidade e variedade de suas pedras preciosas e semi-preciosas. A produção atual de gemas no estado é muito baixa, incompatível com seu potencial, em consequência do caráter rudimentar da atividade extrativa, o aprofundamento das escavações, a descapitalização do pequeno minerador, a falta de investimentos e, principalmente, a ausência de incentivos governamentais.

1

Introdução

O presente trabalho é fruto do convênio celebrado entre a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, a Secretaria de Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (SINTEC), o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Norte (SEBRAE-RN), o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI/RN), Fundação Norte-Riograndense de Pesquisa e Cultura (FUNPEC), e Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte (CEFET), tendo por objetivo o estudo dos jazimentos de pedras preciosas e a elaboração do primeiro mapa gemológico do estado.

Entre outras razões, a importância deste relatório é ressaltada pelo pouco conhecimento das potencialidades gemológicas do estado. Das oito províncias gemológicas reconhecidas no mundo, a do Brasil se destaca como a de maior área e uma das mais diversificadas, contando com grande número de minerais-gema, incluindo-se entre os mais importantes o diamante, o rubi, a safira, a água marinha e a esmeralda (Franco, 1979). A província gemológica do Brasil foi dividida em quatro subprovíncias: Sul, Leste, Central e Nordeste. Esta última subdividida em área de con-

centração meridional e área de concentração setentrional, da qual fazem parte os estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí (Limaverde, 1980). O Estado do Rio Grande do Norte situa-se na região nordeste oriental do Brasil, sendo limitado a leste e norte pelo Oceano Atlântico, a sul pelo Estado da Paraíba e a oeste pelo Estado do Ceará (**Figura 1**). Seus pontos extremos são limitados pelos paralelos de 4°49'53" e 6°58'57" de latitude sul e pelos meridianos de 34°58'03" e 38°36'12" de longitude oeste de Greenwich. Ocupa uma superfície de 53.307 km², correspondendo a 0,62% do território nacional. Natal, a capital do estado, é a cidade de melhor infraestrutura e Mossoró é a cidade mais importante do interior.

O acesso ao estado pode ser feito por vias rodoviárias, aéreas, marítimas e ferroviárias, contando as ferrovias com dois ramais, um de 361km, ligando Nova Cruz-Natal-Macau e a outra com 242km, que se estende de Sousa na Paraíba a Mossoró, atravessando o extremo oeste do estado na direção norte-sul. O estado é bem servido por rodovias, estando quase todas as cidades interligadas por estradas asfaltadas. As principais rodovias federais são a BR-101, que bordeja a região costeira

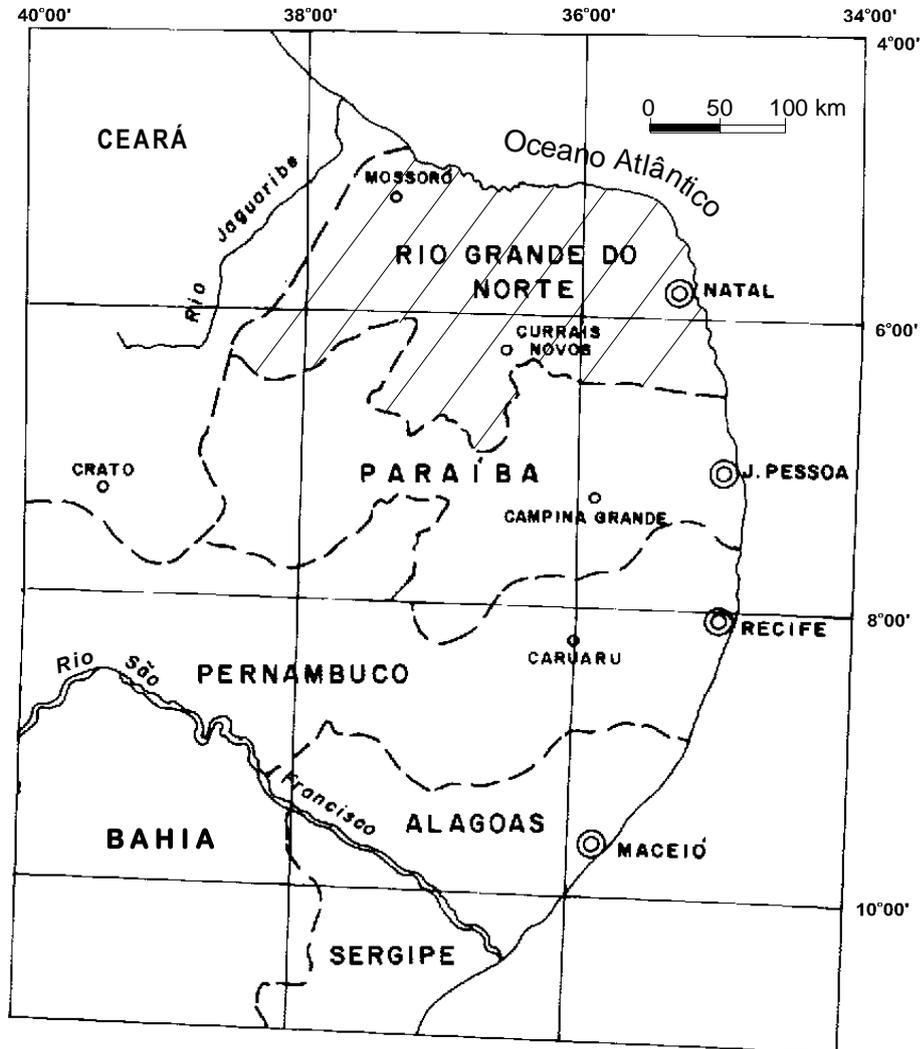


Figura 1 - Mapa de Localização do Estado do Rio Grande do Norte

até Natal, a BR-304 que liga Natal-Mossoró-Fortaleza, e a BR-405 que cruza o extremo oeste ligando Mossoró com a Pa-

raíba. O maior aeroporto é o de Natal, contando ainda com dois menores, em Mossoró e Caicó, e vários campos de pouso ser-

vindo outras cidades. O porto principal está em Natal, mas existe um porto salineiro em Areia Branca e um petrolífero em Macau.

As formas de relevo mais destacadas do estado são o planalto da Borborema que juntamente com outras serras apresentam altitude entre 500m e 700m; grandes áreas contíguas formam a depressão Serrote com altitude média de 300m; os tabuleiros costeiros com altitude média de 70m a 100m; e a faixa litorânea ornamentada com extensos cordões de dunas. De acordo com o Plano de Desenvolvimento Sustentável do RN (SEPLAN/IDEC, 1997) cerca de 80% da área do estado tem clima semi-árido, inserida no Polígono das Secas, onde domina a caatinga como formação florestal típica. Algumas áreas da parte central e litoral setentrional chegam a apresentar clima árido; parte do litoral oriental e áreas serranas têm clima sub-úmido, e numa estreita faixa da região litorânea, entre Natal e Canguaretama, o clima é úmido. As temperaturas médias estão entre 22°C e 26°C, variando conforme a altitude, e a média das precipitações é de 650mm, atingindo 1.200mm no litoral.

Na grande região seca e semi-árida, com rios intermitentes, alta evaporação, escassez de água e irregularidade pluviométrica, predominam a cultura de subsistência de milho e feijão, e áreas de pastagem para gado e caprinos. Anteriormente, também florescia o cultivo de algodão que foi dizimado pela praga do bicudo.

A bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu é a maior do estado, atravessando de sul a norte toda a região central; na região oeste encontra-se a bacia do rio Apodí que banha Mossoró; na região leste existem as bacias do rio Ceará-Mirim, do rio Potengi que banha Natal e a do rio Trairi mais a sul. Todos esses rios são perenes apenas na região costeira.

Segundo o censo demográfico do IBGE, em 1996 o estado contava com 2.558.660 habitantes, distribuídos em 152 municípios, sendo que Natal abrigava um quarto (656.000) dessa população e Mossoró com 206.000 habitantes.

Todas as cidades do estado têm sistema de abastecimento d'água, energia elétrica e telefonia DDD e DDI. A captação de água no interior é feita em açudes e se torna crítica no período de longa estiagem. A região noroeste tem no arenito da Formação Açu o principal aquífero do estado, sendo responsável pelo suprimento de Mossoró e de outras cidades vizinhas, por meio de poços tubulares. O aquífero das dunas da região de Natal é responsável por grande parte da água consumida; além disso, no interior das dunas existem numerosas lagoas de água doce.

A economia do estado está concentrada em quase toda a região costeira onde se destacam dois grandes pólos de desenvolvimento: o litoral oriental abrangendo a região metropolitana de Natal onde se adensam atividades turísticas, culturais, industriais e comerciais, e a região noroeste onde se desenvolvem diversas atividades: petrolífera, salinera, fabricação de cimento portland, e de agricultura irrigada. Esta última consta principalmente de fruticultura nos baixos vales dos rios Piranhas/Açu e Apodi/Mossoró.

As indústrias mais importantes do litoral oriental são têxteis e de confecções, como também a sucroalcooleira. Ainda merecem citação as indústrias de cerâmica vermelha instaladas nos dois pólos. Entre os produtos agrícolas se destacam a cana-de-açúcar, frutas tropicais (melão, melancia, manga, abacaxi, banana), feijão, milho, mandioca, côco da bahia, castanha de caju. A economia do estado também é representada pela pecuária, caprinos, aves e pescados (peixes, lagosta e camarão).

Para impulsionar o progresso do estado, gerando renda e emprego, o Governo do Rio Grande do Norte está atraindo empresas para viabilizar um pólo industrial no município de Macau, alicerçado na usi-

na em operação de processamento de gás natural da Petrobrás e na abundância de matérias-primas da região como gás, areia, sal marinho, águas-mães e calcário. O plano contempla a construção de uma termelétrica para suprir as necessidades de fábricas de barrilha, vidros, soda cáustica,

magnésio, detergente, plásticos, sal refinado e outros produtos químicos.

O Rio Grande do Norte tem longa tradição mineira, uma vez que desde a 2ª Guerra Mundial vem produzindo minérios para exportação como scheelita, tantalita-columbita, berilo, ambligonita e espodumênio, além de feldspato e caulim para consumo interno, oriundos de diversas minas e numerosos garimpos. Até a década de 1970 o estado era o maior produtor nacional de scheelita, a qual representava o principal item da pauta de exportação. Atualmente, todas as minas e garimpos estão paralisados, não por esgotamento de reservas, mas devido ao incremento da produção na China, maior produtor mundial de minério de tungstênio, combinada com a drástica redução da taxa de importação determinada pelo governo brasileiro. Dessa forma, o minério do Rio Grande do Norte perdeu competitividade em relação ao equivalente chinês. Contudo, em razão do vasto e diversificado potencial de recursos minerais, o estado ocupa a segunda posição em valores na produção mineral do Nordeste, e a sexta no *ranking* nacional. Desponta como o maior produtor de sal

cário, diatomita, rochas ornamentais (granito, mármore, quartzito, metaconglomerado), gemas (água marinha, turmalina, ametista, granada), tantalita-columbita, ouro, feldspato, caulim, muscovita, e materiais para construção civil como argila, areia e pedras.

De acordo com os indicadores sócio-econômicos da SEPLAN/IDEC (1997) o Rio Grande do Norte vem apresentando evolução positiva com o crescimento do PIB de 4,11% em 1995 em relação ao ano anterior. Em 1995 o PIB foi de 6,895 milhões de dólares, representando 1,21% do PIB brasileiro, enquanto o PIB per capita foi de 2.608,40 dólares.

No período 1990-1995 a expectativa de vida do povo potiguar ampliou-se de 54,6 anos para 58,6 anos. Isso se traduz na melhoria da qualidade de vida que é aferida pelo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

No período de 1970 a 1995 a economia norte-rio-grandense ostentou um crescimento médio superior ao do Brasil e do Nordeste. Na década de 1970 a economia estadual cresceu, em média, 10,3% ao ano, contra 8,6% no Brasil e 8,7% no Nordeste.

marinho do país e detém o segundo lugar em petróleo (1º em terra) e terceiro em gás natural. Além destes, as principais substâncias minerais produzidas são: cal-

2

Metodologia

O trabalho teve início com o levantamento e aquisição da documentação cartográfica e bibliográfica sobre a geologia e recursos minerais do estado, incluindo relatórios de diversas instituições, como CPRM, SUDENE, DNPM, acervo da extinta CDM/RN, universidades federais de Pernambuco e do Rio Grande do Norte, além de trabalhos publicados em congressos, simpósios e periódicos ligados à área das geociências.

Os dados coligidos sobre ocorrências de gemas foram reunidos em fichas de cadastro e efetuou-se sua locação em mapas topográficos na escala 1:100.000.

Em seguida, procedeu-se à execução de quatro etapas consecutivas de campo com a finalidade de estudar as ocorrências de gemas. Em cada cidade eram mantidos contatos e entrevistados mineradores, compradores e colecionadores de gemas, o que propiciou a investigação de muitos jazimentos não incluídos nos trabalhos consultados.

Todas as ocorrências estudadas no campo tiveram suas coordenadas geográficas determinadas com o uso de dois equipamentos GPS's (*Global Positioning System*).

No escritório, os dados geológicos e econômicos dos jazimentos cadastrados no campo foram transferidos para fichas padronizadas e sua locação precisa foi marcada em mapas topográficos e geológicos na escala 1:100.000.

As amostras de rochas e amostras de minerais coletadas no campo foram descritas e parte delas foi enviada para laboratório, com a finalidade de proceder análises petrográficas e gemológicas. A caracterização das gemas foi realizada no laboratório de gemologia do CEFET pela Prof^a. Narla Sathler Musse de Oliveira.

Após os trabalhos de campo efetuou-se a digitalização da base planimétrica do estado na escala 1:500.000, plotando-se nela todos os jazimentos de gemas cadastrados. Também foi digitalizada a base geológica na mesma escala a partir do mapa geológico do estado, editado em 1998. Da integração desses dados obteve-se o mapa gemológico na referida escala. Estas áreas foram divididas em dois tipos: área de alto a moderado poten-

cial de gemas e área de moderado a baixo potencial gemológico. A primeira é caracterizada por grande densidade de jazimentos de gemas, e a segunda é representada por número reduzido de jazimentos, mas além

de ser contígua ao primeiro tipo, exibe o mesmo controle lito-estrutural.

mentos de gemas do estado, correspondentes aos distritos gemológicos Centro-Sul, Sul e Extremo Sudoeste. Por último, procedeu-se à redação do texto final do relatório, sua editoração e impressão dos mapas.

Ainda foram elaborados três mapas geológicos na escala 1:100.000, reunindo as áreas de maior concentração de jazi-

3

Contexto Geológico Regional

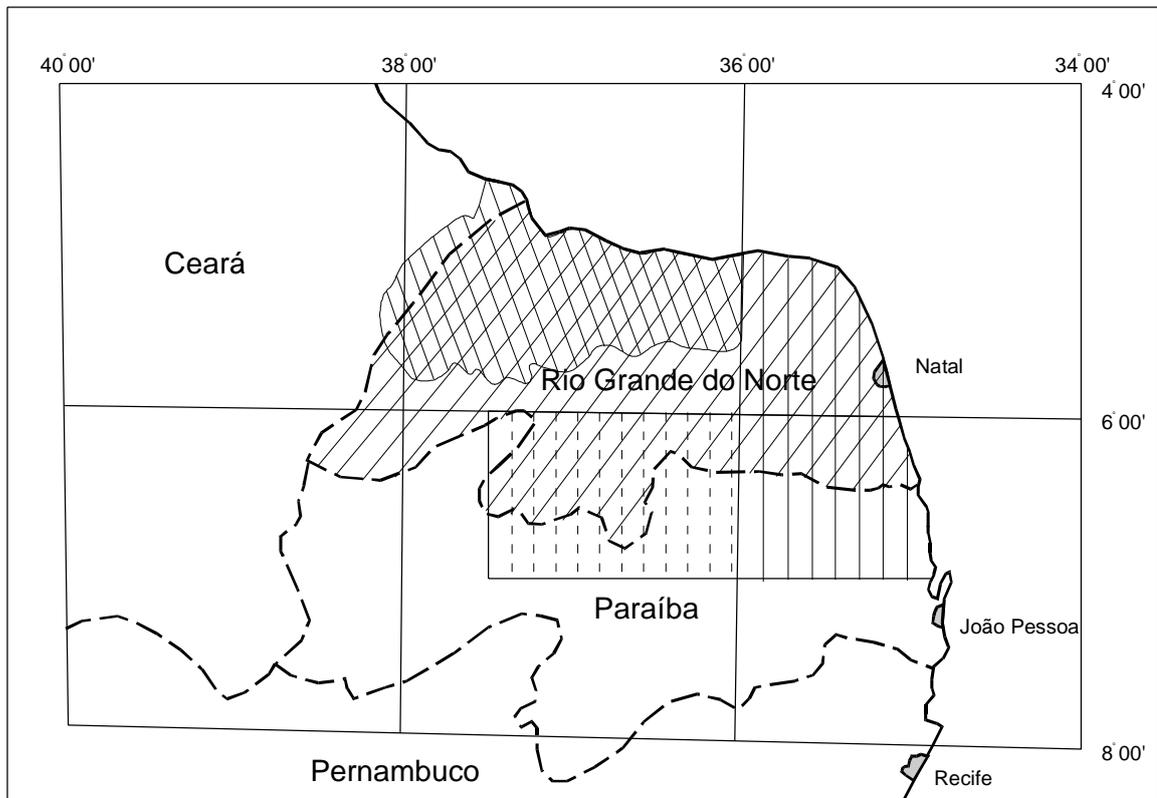
Em linhas gerais, o Rio Grande do Norte é constituído de terrenos antigos denominados de Complexo Gnáissico-Migmatítico ou Complexos Caicó, São Vicente e Presidente Juscelino, nos quais ocorrem diversos tipos de granitóides intrusivos, além de faixas de rochas metassedimentares dobradas, perfazendo cerca de 60% da superfície do estado. A área restante compreende as coberturas não dobradas fanerozóicas, englobando a Bacia Sedimentar Potiguar, Formação Serra dos Martins, que forma chapadas interiores, o Grupo Barreiras, e sedimentos inconsolidados aluvionares e de dunas do Quaternário.

A síntese geológica apresentada a seguir é baseada nos seguintes trabalhos: Barbosa et al. (1974) abrangendo a região leste do estado; Brasil DNPM(1998), mapa de integração geológica do Estado do Rio Grande do Norte, escala 1:500.000; Fortes (1987) sobre a Bacia Potiguar; e Ferreira (1998), correspondendo à região centro-sul do estado (**Figura 2**).

As rochas cristalinas mais antigas foram afetadas por sucessivas fases de formacionais e o evento tectono-magmático mais recente e abrangente é designado de Ciclo Brasileiro (750Ma-550Ma), o qual

além de ser responsável por intenso plutonismo predominantemente ácido, culminando com alcalino, modelou a estruturação atual das seqüências metassedimentares e do Complexo Gnáissico-Migmatítico que são marcadas por foliações, eixos de macrodobras, falhas e zonas de cisalhamento, todas com direção geral NNE.

O Complexo Gnáissico-Migmatítico (APgm) ocupa a maior área dos terrenos cristalinos de leste a oeste do estado e representa a etapa de desenvolvimento precoce da crosta continental de idade Paleoproterozóica (2,40Ga a 2,15Ga), com núcleos restritos do Arqueano. As áreas mais representativas desta unidade estão em Santa Cruz a leste, Lajes no centro-norte, Caicó no centro-sul, Campo Grande no oeste, e Pau dos Ferros no extremo oeste até a divisa com o Ceará. Este complexo é constituído predominantemente de ortognaisses granodioríticos, tonalíticos e graníticos, de textura equigranular ou augen, com pronunciado bandamento metamórfico antigo, atestando condições de fácies anfíbolito. Incluem metabásicas, biotita-paragnaisses, ortoanfíbolitos, além de raras lentes de quartzito, formação ferrífera, mármore e rochas calcissilicáticas, algumas mineralizadas em scheelita. Ocor-



BRASIL DNPM. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte, 1:500.000. Brasília, DNPM/UFRN/PETROBRÁS/SINTEC-RN (1998).



BARBOSA, A. J. et al. Projeto Leste da Paraíba e Rio Grande do Norte, 1:250.000. Recife, convênio DNPM/CPRM (1974).



FORTES, F. P. Mapa Geológico da Bacia Potiguar, 1:100.000. Natal, PETROBRÁS (1987).



FERREIRA, C. A. Folha Caicó, 1:250.000. Recife, CPRM (1998).

Figura 2 - Bases Geológicas Regionais do Rio Grande do Norte

rências de barita, amianto, água marinha, esmeralda, berilo, talco e ferro também são assinaladas.

O plutonismo no Paleoproterozóico (P_{γ}) é representado por *augen* gnaisses granitóides com biotita, e proporções variáveis de anfibólio, de natureza subalcalina/monzonítica ou cálcio-alkalina potássica. Incluem ortognaisses granodioríticos a graníticos de afinidade cálcio-alkalina, além de fácies leucocráticos, metapegmatitos e rochas metabásicas subordinadas. Esta unidade, chamada de granitos G_2 por Jardim de Sá (1994) e designada por Ferreira (op. cit.) de Suite Magmática Poço da Cruz, é considerada sin a tardi-tectônica a um evento de deformação tangencial e o metamorfismo é da fácies xisto verde a anfibólito.

Cobrimdo parcialmente o Complexo Gnáissico-Migmatítico ou Caicó jaz uma extensa seqüência supracrustal essencialmente metassedimentar de idade proterozóica (Neo a Mesoproterozóica?) que corta a região central do estado segundo duas faixas paralelas orientadas na direção NNE, sendo representadas pelas formações Jucurutu, Equador e Seridó, as quais integram o Grupo Seridó. Os contatos deste grupo com o Complexo Caicó geralmente são marcados por zonas de cisalhamento. A faixa leste, descrita por Archanjo (1993) e Jardim de Sá (1994) sob a designação de Faixa Seridó, é a de maior dimensão, com largura máxima de 63km entre São José do Seridó e Carnaúba dos Dantas, e média de 30km, adentrando-se ao sul pelo estado da Paraíba. O limite norte é encoberto pelos sedimentos da Bacia Potiguar, exibindo uma extensão aflorante contínua de 175km. Os traços estruturais mais marcantes são de direção NNE-SSW, correspondendo a dobras normais e invertidas, e zonas de cisalhamento transcorrentes dextrais com alguma componente transpressiva e transtensiva.

A base do Grupo Seridó é representada pela Formação Jucurutu (MNsj) composta de biotita-paragnaisses com proporções variáveis de anfibólio, epidoto e diopsídio, freqüentes intercalações de mármore esbranquiçados, de textura sa-

caroidal, às quais se associam rochas calcissilicáticas, algumas com forte mineralização scheelitífera, e lentes restritas de paranfibolitos. Ocorrem ainda níveis de ortoanfíbólito, serpentinito, formação ferrífera e micaxistos aluminosos a biotita. A área de maior exposição da Formação Jucurutu encontra-se a leste de Jucurutu até próximo de São Fernando, na margem direita do rio Piranhas. Faixas estreitas e alongadas desta formação ocorrem entre São Vicente e a oeste de Ouro Branco, ao sul de Paraú, em Lucrécia e em Tenente Ananias no extremo sudoeste do estado. Ao sul da cidade de Currais Novos aflora importante segmento da Formação Jucurutu bordejando o limite norte do maciço granitóide Acari, onde ela apresenta intercalações de mármore e calcissilicáticas contendo o maior jazimento de scheelita do Brasil.

A Formação Equador (MNse), considerada por alguns como uma variação lateral de fácies da Formação Jucurutu, correspondendo a uma sedimentação marinha plataformal em ambiente extensional, é composta basicamente de muscovita-quartzito esbranquiçado (qt) e metaconglomerado (mc), ambos cortados por numerosos diques de pegmatitos.

O quartzito exhibe foliação bem desenvolvida, granulação média a fina e textura equigranular. No estado o quartzito se dispõe segundo uma estreita faixa descontínua com extensão total de 150km na direção NNE. As maiores extensões aflorantes estão na porção sul do estado com dois segmentos, um entre Parelhas e Equador formando a serra das Queimadas, que se prolonga para sul pelo estado da Paraíba; mais a norte, entre Carnaúba dos Dantas e Currais Novos, formando a serra das Umburanas.

Nestes segmentos a largura média aflorante é de 4km, estando em contato com o xisto da Formação Seridó onde desenvolve provável zona de cisalhamento, e na primeira serra compõe uma anticlinal normal com eixo mergulhante para norte, enquanto na serra das Umburanas a estrutura é braquianticlinal. Em Parelhas o quartzito é lavrado e usado como revestimento de piso e parede. Numa área aflorante ao

sul de Cerro Corá forma outra braquianticlinal, e no extremo norte ele se adelgaça numa extensa língua constituindo a serra do Feiticeiro, a sudeste de Lajes.

O metaconglomerado tem área de ocorrência restrita, desenvolvendo-se em Parelhas na zona periclinal da anticlinal da serra das Queimadas e segue bordejando o flanco leste dessa estrutura ao longo de 20km. Ele tem natureza mono a polimicta, com matriz cinza-esverdeada essencialmente quartzosa. Está sendo lavrado em Parelhas para uso como pedra ornamental.

A Formação Seridó (MNss) é a unidade mais jovem do Grupo Seridó e a que ocupa a maior área aflorante em terrenos rebaixados, desde Equador no extremo sul onde se estende pela Paraíba, até o extremo oposto ao norte de Carnaúba de Angicos, onde é encoberta pelos sedimentos da Bacia Potiguar.

A unidade MNss também está bem representada desde Angico até a oeste de Florânia por uma extensão linear de 75km. Ela se compõe de granada-biotita-xistos aluminosos a feldspáticos, com porcentagens variáveis de cordierita, estauroilita, sillimanita, andaluzita, e, raramente cianita. Vênulas e veios de quartzo interfoliados e microdobrados estão sempre presentes. Também ocorrem intercalações lenticulares e esparsas de mármore, calcissilicáticas, quartzito e ortoanfíbilito. Na porção sul é cortada por enxames de pegmatitos que geralmente se destacam no relevo. Em Parelhas e noutros municípios, áreas aflorantes e alteradas do xisto são explotadas para o fabrico de telhas e tijolos em diversas olarias. Em alguns locais, exposições não alteradas do xisto são cortadas em placas e usadas como piso e revestimento de paredes.

Durante o Neoproterozóico houve diversificada atividade plutônica, manifestada por intrusões predominantemente graníticas, com rochas básicas-intermediárias subordinadas, sin a tardi-tectônicas ao episódio principal do Ciclo Brasileiro. Este plutonismo é representado pelas seguintes suítes: (N_{γe}) granitóides porfiríticos de granulação grossa a média, com biotita e anfi-

bólio em menor percentagem, de afinidade subalcalina, monzonítica; os pórfiros são formados por prismas centimétricos de K-feldspato róseos com proeminente geminação Carlsbad. Esta suíte é a mais difundida no estado, e ela inclui fácies K-diorito, granito equigranular, e rochas básicas subordinadas.

Os maciços são alongados na direção NNE e formam elevações expressivas como as serras do João do Vale, da Barriguda, do Camará e das Porteiras; (N_{γd}) suítes básicas a intermediárias incluindo gabros, monzogabros, dioritos, monzo e quartzo-dioritos, granodioritos, usualmente com biotita e/ou anfibólio, de afinidade subalcalina/shoshonítica; exibem corpos relativamente pequenos e de formas irregulares; (N_{γc}) suíte de biotita-granitos equigranulares, localmente porfiríticos, leucogranitos com muscovita de granulação média a grossa, de filiação peraluminosa ou subaluminosa, e biotita-anfibólio-granodioritos a tonalitos, de natureza cálcio-alcalina. Esta suíte tem larga distribuição segundo a direção geral E-W sob a forma de maciços irregulares individualizados; fora desse *trend* existe um corpo arredondado a leste de Campo Redondo, além de uma série de corpos alinhados, estreitos e alongados, nas zonas de cisalhamento que cortam a Formação Seridó; (N_{γb}) de ocorrência restrita, representado por granito e sienogranito porfiróide, com anfibólio e proporções variáveis de piroxênio, de filiação alcalina; (N_{γa}) de idade tardi a pós-tectônica ao Ciclo Brasileiro, ocorre um único plutão de sienogranito alcalino, incluindo fácies com faiáita e piroxênios, designado de Granitóide Brasileiro de Umarizal.

No intervalo entre o Ordoviciano e Jurássico Inferior não são conhecidos registros geológicos no estado. Do Jurássico Médio ao Cretáceo Inferior desenvolve-se o Magmatismo Rio Ceará Mirim que é representado por enxame de diques de diabásio e basalto de afinidade toleítica, os quais têm direção geral E-W e cruzam nesta direção toda a região central do estado.

A Bacia Sedimentar Potiguar ocupa toda a região norte do estado, prolongando-se na plataforma marinha, e a oeste

continua no estado do Ceará. A porção emersa no Rio Grande do Norte tem extensão de 250km na direção E-W e largura máxima aflorante de 100km na direção N-S. A evolução da bacia teve início no Cretáceo Inferior com a deposição da Formação Pendências (Kp), constituída de arenitos finos, argilosos, intercalados com siltitos e folhelhos ricos em matéria orgânica, depositados em ambiente lacustre associado com deltas prográdantes e planícies aluviais. Também ocorrem conglomerados e arenitos grosseiros demarcando antigas escarpas de falha do embasamento cristalino. Esta unidade ocorre fundamentalmente em subsuperfície, mas existem três áreas aflorantes, preenchendo estruturas de graben enclavado em rochas cristalinas, a nordeste de Riacho da Cruz, em Rafael Fernandes e Coronel João Pessoa.

Segue-se no topo a Formação Alagamar que, junto com a formação anteriormente citada, integram o Grupo Areia Branca, ocorrendo apenas em subsuperfície. A Formação Alagamar é representada por arenitos finos a grossos, intercalados com folhelhos lagunares ricos em matéria orgânica, depositados em ambiente transicional. Também ocorrem camadas de carbonatos fossilíferos sob influência marinha restrita. Esta formação é produtora de petróleo e gás.

A seguir depositaram-se os sedimentos do Grupo Apodi, compreendendo as Formações Açú, Quebradas e Jandaíra, a primeira em ambiente continental associado a leques aluviais e sistemas fluviais, e a última em ambiente marinho de plataforma rasa. A Formação Açú (Ka) compõe-se de arenitos finos a grossos, com níveis conglomeráticos, e em direção ao topo apresenta intercalações de folhelhos e argilitos silticos. Esta unidade é de grande interesse econômico, pois além de encerrar o maior aquífero do estado, contém os mais significativos reservatórios de petróleo e gás do Rio Grande do Norte. Os arenitos afloram extensivamente na borda sul da bacia, desde a divisa com o Ceará até João Câmara, segundo uma faixa E-W de 375km. O contato norte é gradacional com os calcários da Formação Jandaíra e a sul com rochas cristalinas do embasamento.

Na faixa norte da bacia ocorre a Formação Quebradas reconhecida apenas em subsuperfície, constituída por folhelho siltico arenoso, com finas camadas de carbonatos, gradando lateralmente para o nível superior da Formação Açú. Sobre esta repousa a Formação Jandaíra (Kj) que tem a maior área de exposição do grupo, e apresenta como litótipos comuns calcários cinza claros a amarelados, siltitos, folhelhos, argilitos e dolomitos cremes. Níveis restritos e descontínuos de evaporitos (gipsita e celestita subordinada) ocorrem na base. Os calcários cálcicos e magnesianos são usados na indústria de cimento, cal, corretivo de solo e ração animal; na construção civil como piso, revestimento e pedras; e gipsita e argilas em cimento e gesso agrícola.

Soleiras de olivina-basaltos de afinidade alcalina caracterizam o Magmatismo Serra do Cuó com datação do Cretáceo Superior, 90-85 Ma (K-Ar). Duas pequenas exposições desse magmatismo são encontradas a leste da cidade de Açú.

O Terciário Inferior está representado pela Formação Serra dos Martins (Tsm), formando chapadas no interior do estado, destacando-se como a de maior dimensão a Serra de Santana ao norte de Currais Novos. Consta de arenitos médios a conglomeráticos, avermelhados ou amarelados, com níveis caulínicos e silicificados, associados a sistemas fluviais. Segue-se o Magmatismo Macau (Tm) datado de 40Ma-25Ma (K-Ar), representado por olivina-basaltos de filiação alcalina, contendo xenólitos peridotíticos, sob a forma de derrames, diques, *plugs* e *necks*. São registradas quatro áreas aflorantes dessas rochas, onde a maior delas se encontra a sudeste de Macau. A oeste da cidade de Lajes, em meio a ortognaisses, surge um neck com proeminente destaque topográfico, designado de Pico do Cabugi.

Completam a estratigrafia do Terciário as Formações Guimarães e Tibau (Tt), e o Grupo Barreiras (TQb). A primeira, ocorrendo apenas em subsuperfície, compõe-se de calcarenitos bioclásticos depositados na plataforma e talude, interdigitando-se

com a Formação Tibau, constituída de arenitos médios a grossos, imaturos, amarelados. Afloramentos desta unidade são cartografados a leste de Pendências. O Grupo Barreiras, que se distribui em largas exposições bordejando toda a região costeira do estado, é formado por arenitos finos a médios, ou conglomeráticos, avermelhados, com intercalações sílticas, argilosas e caulínicas, predominantemente associados a sistemas fluviais.

A coluna estratigráfica se encerra com os sedimentos quaternários repre-

sentados por areias bem selecionadas, amareladas, inconsolidadas ou parcialmente consolidadas, que formam paleodunas; paleocascalheiras de paraconglomerados com seixos de quartzo e fragmentos de rochas, com matriz areno-argilosa avermelhada; depósitos de praias incluindo areias finas e grossas, arenitos e conglomerados de cimento carbonático formando cordões de *beach rocks*; depósitos de lagoas e de planícies fluviais com pelitos arenosos e carbonosos que podem conter jazimentos de turfa, diatomito e argilas; areias e cascalhos dos sistemas fluviais atuais.

4

Principais Gemas do Rio Grande do Norte

Existem vários trabalhos publicados sobre ocorrências isoladas ou individuais de gemas no Estado do Rio Grande do Norte, mas o presente relatório é o primeiro a reunir num único documento todas as informações disponíveis, complementadas pelas investigações realizadas no campo e por análises de amostras efetuadas em laboratórios de petrografia, gemologia, química e difração de raios X. A Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte (1989), hoje extinta, realizou o cadastro dos pegmatitos do estado, onde aponta a presença de gemas em vários corpos. Diniz et al. (1990) apresentam uma síntese sobre várias ocorrências de gemas do estado, e Neto (1996a, 1996b) efetuou o cadastramento dos pegmatitos portadores de gemas do estado, mas o seu estudo inclui corpos desprovidos de pedras preciosas ou semi-preciosas. O trabalho de Ferreira et al. (1977) sobre o levantamento de pegmatitos também contribuiu com informações de algumas ocorrências de gemas.

Em 1981 a SUDENE, juntamente com a Universidade Federal da Paraíba e o apoio de outros órgãos federais e estaduais, iniciou o Projeto Aproveitamento de Recursos Minerais Gemas do Nordeste, constando, basicamente, do cadastramento

dos minerais de valor gemológico em toda região do Polígono das Secas, ou seja, do norte de Minas Gerais ao Maranhão. No Rio Grande do Norte foram cadastradas 213 ocorrências (incluindo gemas e material para artesanato mineral) e realizados ensaios tecnológicos em 61 amostras, sendo 28 (45,9%) de lapidação de água marinha. Lamentavelmente, este trabalho não foi publicado e no arquivo da SUDENE existe apenas o rascunho das fichas de cadastro. Contudo, o aludido projeto ensejou a implantação do ambicioso Programa Gemas Nordeste – GENOR (Brasil, 1984) cujos objetivos seriam a criação de cursos médios de lapidação e artesanato mineral, de formação de joalheiros e *designers* de jóias, e pós-graduação em gemologia, ligados ao Centro Gemológico do Nordeste em Campina Grande – PB. Contemplava também orientação técnica para a preservação e exploração racional de recursos minerais, incentivos à lapidação e à comercialização de produtos beneficiados; assistência técnica a oficinas de artesanato mineral, bijuterias, lapidação e laboratório gemológico, além de setores de *marketing* e comercialização de gemas. Previa ainda estudos de mercados interno e externo, criação da bolsa de pedras, fomento ao cooperativismo e exportação de pedras acabadas, implantação de modelos de financia-

mento às atividades produtivas de gemas, e a elaboração da Carta Gemológica do Nordeste. Apesar de ser bem concebido, de grande alcance social e de ampla abrangência, o programa não teve continuidade e as metas não foram atingidas ou concluídas.

Visando o desenvolvimento do setor, em 1979 o Governo do Estado implantou cooperativas de pequenos mineradores em São Tomé, Cerro Corá, Lajes e Equador, e centros de lapidação e artesanato mineral nas cidades de Currais Novos, Parelhas e Tenente Ananias com a finalidade de formar pessoal da região no beneficiamento de pedras preciosas, semipreciosas, confecção de peças de bijuteria e artesanato mineral desses insumos produzidos no estado. Com tais iniciativas, houve geração de emprego e aumento de renda e da produção mineral (Nesi, 1981; Aguiar et al., 1986). Nos anos 90, com a suspensão do apoio técnico e incentivos do governo as entidades interromperam as atividades.

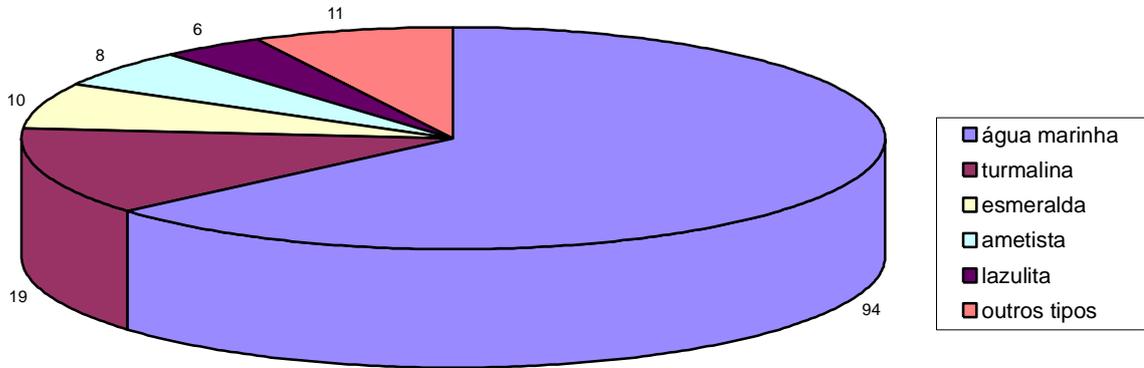
O estado possui um vasto e diversificado número de pedras preciosas e no presente trabalho estão registrados 148 jazimentos, abrangendo onze tipos distintos de gemas: água marinha, turmalinas, esmeralda, ametista, lazulita, granada, coríndon, berilo para coleção, quartzo róseo, euclásio e cordierita. Outros minerais com características gemológicas são citados por Cassedanne et al. (1987) como morganita em pegmatitos litiníferos do município de Equador; columbita e tantalita; mangano-tantalita gema, transparente, vermelho forte, no pegmatito heterogêneo do "Alto" do Giz, município de Equador; hessonita, variedade de granada alaranjada, em vários tactitos scheelitíferos; alabastro associado a gipsita no município de Dix-Sept Rosado. Mangano-tantalita também é encontrada no garimpo Malacacheta (coordenadas 6°30'00'' - 36°33'00''), município de Carnaúba dos Dantas, associada a mica, berilo, ambligonita e cassiterita, em pegmatito heterogêneo encaixado em xistos da Formação Seridó (Silva et al., 1997).

Cassedanne (1991) se refere ainda à ocorrência de brasilianita, fosfato básico de sódio e alumínio, nas cores verde, amarelo ou incolor, nos pegmatitos do Boqueirão, município de Parelhas, e "Alto" do Giz; allanita em pegmatitos dos municípios de Santa Cruz, Angicos e São Rafael, e ônix em calcário da localidade Fervedouro, município de Santana do Matos. Pode-se acrescentar também a amazonita ou jade do Amazonas em alguns pegmatitos com água marinha do município de Tenente Ananias e apatita de alguns pegmatitos heterogêneos da região de Parelhas-Ecuador. Informações verbais (Geólogo Júlio Nesi) indicam ocorrência de espodumênio róseo no pegmatito da Fazenda Malhada Vermelha ou Saco do Peba, município de Parelhas.

Como pode ser observado (**Figura 3**), a água marinha é a gema mais abundante compreendendo 94 jazimentos ou 63,5% do total, vindo em segundo lugar as turmalinas com 19 jazimentos e a esmeralda em terceiro com 10. Nesta figura a categoria outros tipos de gemas reúne 11 jazimentos, sendo 4 de granada, 2 de coríndon, 2 de berilo para coleção, e um de cordierita, euclásio e quartzo róseo.

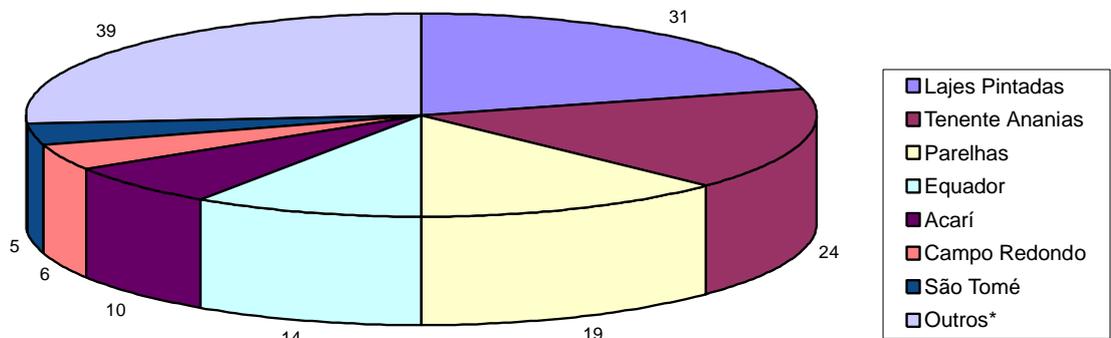
As ocorrências de gemas distribuem-se por 28 municípios do estado, sendo que sete deles (25%) concentram 109 jazimentos ou 73,6% do total. Os quatro municípios maiores portadores de gemas são, respectivamente, Lajes Pintadas, Tenente Ananias, Parelhas e Equador (**Figura 4**). Nos dois primeiros estão concentradas a maioria dos jazimentos de água marinha e os dois últimos reúnem todos os jazimentos de turmalinas.

No **Anexo I** mostra-se a listagem dos jazimentos de gemas do Rio Grande do Norte, numerados seqüencialmente de 1 a 148, correspondendo à mesma numeração contida nos mapas que acompanham este trabalho. Na tabela constam apenas os depósitos efetivamente investigados no campo. No texto são citadas ocorrências contidas na literatura consultada que não



Total de jazimentos: 148

Figura 3 - Jazimentos de Gemas do Rio Grande do Norte



Municípios portadores de gemas: 28

*39 jazimentos distribuídos em 21 municípios

Figura 4 - Principais Municípios Portadores de Gemas

foram localizadas no campo. Do total de jazimentos, 129 (87,2%) têm o pegmatito como rocha hospedeira das gemas, abrangendo todos os depósitos de água marinha, turmalina e lazulita; 10 são de esmeraldas contidas em biotitito máfico e 9 em veios de quartzo. A maioria desses jazimentos está encaixada em ortognaisses do embasamento, enquanto os outros têm como encaixantes metassedimentos do Grupo Seridó e granitóides porfíricos da unidade Nye.

Como tais granitóides têm ampla distribuição e estão mais próximos dos pegmatitos, levanta-se a hipótese de que eles foram a fonte das soluções pegmatíticas que formaram os numerosos corpos homogêneos e heterogêneos no final do Neoproterozóico e do Ciclo Tecto-Orogênico Brasileiro. A este evento também se associam os fluidos mineralizantes que permearam muitos pegmatitos, enriquecendo-os com gemas e numerosos minerais econômicos. Admite-se, ainda, que o referido evento propiciou as mineralizações de gemas nos biotititos e veios de quartzo.

Legrand et al. (1993) ressaltam que as mineralizações contidas na Faixa Seridó, a qual inclui todos os jazimentos de turmalinas e outras gemas, resultam da interação de processos orogênicos, magmáticos e metamórficos, ensejando intensa atividade hidrotermal associada às intrusões de granitóides brasileiros em vários níveis crustais. Com esta visão integrada dos fenômenos, os fluidos magmáticos liberados, misturados com os fluidos oriundos das reações metamórficas, se propagaram no teto das intrusões aproveitando as estruturas tectônicas regionais. Esta conclusão pode ser estendida para explicar a origem das mineralizações de gemas noutras regiões do Rio Grande do Norte. Com base na textura e paragênese Cassedanne et al. (1987) reconhecem no Brasil quatro tipos principais de jazidas de água marinha e turmalina gema em pegmatitos (**Figura 5**). O tipo I é pouco evoluído, com quartzo, biotita e grandes cristais de microclina, exibindo textura gráfica proeminente; o tipo II com zoneamento um pouco desenvolvido, alguma albita e muscovita, e pouca

amazonita e/ou topázio; o tipo III caracterizado por albita e muscovita, com alguma lepidolita; o tipo IV é complexo, com zoneamento definido, exibindo corpos de substituição com albita e lepidolita, podendo conter grandes cristais de espodumênio.

Em linhas gerais, os pegmatitos com água marinha do Rio Grande do Norte se assemelham mais com os tipos I e II, este sem topázio, enquanto os de turmalina com o tipo IV. Os pegmatitos com lazulita parecem enquadrar-se no tipo III. O esquema (**Figura 5**) mostra também a evolução dos pegmatitos desde o tipo mais simples e homogêneo (tipo I) até o tipo mais complexo, heterogêneo e zonado (tipo IV).

4.1 Grupo do Berilo

O berilo é um silicato de berílio e alumínio que apresenta fórmula química $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$; constitui o mais abundante dos minerais de berílio e a principal fonte deste metal. Suas principais propriedades físicas são a dureza alta, entre 7,5-8,0, cristalização prismática hexagonal geralmente euédrica, brilho vítreo, cor mais comum verde azulado, índice de refração 1,576-1,582 e densidade relativa 2,76-2,78. Trata-se de um mineral comum encontrado como acessório, principalmente em pegmatitos ácidos, rochas metamórficas e ígneas ácidas.

O berilo possui uma família de minerais gemas que são distinguidos pela cor: água marinha azul, esmeralda verde, morganita rósea e heliodoro amarelo dourado. No Rio Grande do Norte ocorrem todas elas, mas a água marinha é largamente dominante. Neste trabalho, o grupo do berilo é representado pela descrição dos jazimentos de água marinha, esmeralda e berilo para coleção.

Nos pegmatitos do Rio Grande do Norte o berilo é a mineralização mais abundante, ocorrendo em cristais de tamanho muito variável, desde alguns centímetros de comprimento a mais de metro e pesando mais de uma tonelada; porém as dimensões mais freqüentes oscilam de 5cm a 15cm de comprimento. Nas décadas de 1940 a 1960 o estado foi um dos maiores

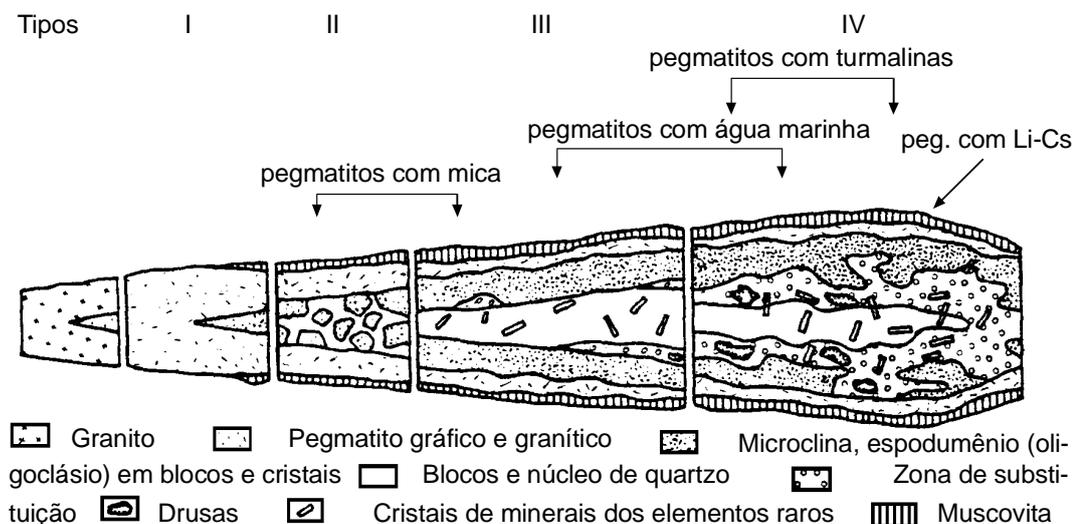


Figura 5 - Tipologia dos Depósitos Brasileiros de Água Marinha e Turmalina Gema (Cassedanne et al., 1987)

produtores de berilo do país, e este se destacava como o maior produtor mundial do mineral. Atualmente não há produção porque o preço de comercialização não compensa a extração.

4.1.1 Água Marinha

O Brasil detém as mais importantes jazidas de água marinha do mundo, sendo Minas Gerais o maior produtor nacional. A água marinha é também a gema mais abundante e valiosa do Rio Grande do Norte, tanto pela quantidade produzida como pelo valor da produção. Ocorre em muitos municípios, sendo os de Tenente Ananias e Lajes Pintadas os maiores produtores do estado. Em ambos, os pegmatitos portadores da gema são homogêneos e estão encaixados em ortognaisses do embasamento. Tais pegmatitos são constituídos essencialmente de quartzo, feldspato potássico róseo e biotita em livros e lamelas bem desenvolvidas.

Os principais acessórios são muscovita, amazonita, albita, cleavelandita, berilo, granada, magnetita, e mais raramente fluorita. A amazonita em cores verdes

brilhantes sob a forma de blocos, ocorre particularmente em alguns pegmatitos de Tenente Ananias, e o mineral pode ser aproveitado como gema.

Na região de Santana do Matos também existem vários pegmatitos mineralizados em água marinha, encaixados em ortognaisses. Mas, no município de Acarí os pegmatitos portadores da gema estão encaixados nos granitóides da unidade Nye. Um menor número de pegmatitos contendo água marinha está encaixado no biotita-xisto da Formação Seridó. Todos os pegmatitos mineralizados em água marinha do estado são arrasados, ou seja, não têm expressão topográfica, e se encontram no mesmo nível do terreno das suas encaixantes. Geralmente, a água marinha é encontrada em bolsões de dimensões variáveis e formas irregulares, dispostos aleatoriamente no interior dos pegmatitos. Tais bolsões, chamados de "fogões" pelos garimpeiros, são porções diferenciadas do pegmatito, caracterizadas por maior porosidade, conteúdo e tamanho de minerais acessórios como muscovita, albita, e cleavelandita, e por apresentarem feições de massas argilosas amareladas, enferrujadas ou enegrecidas. Via de regra, o K-feldspato

dos bolsões exibe corrosão e o quartzo, além do tipo maciço, leitoso a acinzentado, apresenta cristais bem formados e desenvolvidos da variedade hialina e enfumaçada. Tanto nos bolsões como fora deles a água marinha está intimamente associada ao berilo industrial e este ao quartzo (**Foto 1**); o berilo incluso no feldspato róseo, via de regra, não cristaliza a água marinha. No cristal de berilo a gema pode substituí-lo inteiramente ou ocupa partes do berilo como o núcleo, periferia ou zonas do cristal.

Segundo Argentièrre (1977) a cor do berilo é função do teor de BeO; quanto menor este teor mais esbranquiçada é a cor e mais rara a formação de água marinha. O referido autor assinala que um berilo esbranquiçado proveniente de Carnaúba dos Dantas apresentou 9% BeO, enquanto noutros berilos verde-azulados da região os teores variaram de 11,3% a 12,9% BeO. Comumente o berilo contém pequenas quantidades de álcalis, mas a composição química teórica do mineral puro é 14% BeO, 19% Al₂O₃ e 67% SiO₂.

A cor mais freqüente da água marinha do Rio Grande do Norte é azul claro, sendo o azul médio mais valioso e menos comum. A variação de tonalidade é atribuída à concentração dos íons de ferro na estrutura cristalina. A água marinha pode ser límpida ou apresentar inclusões sólidas e líquidas diversas, sendo também quebradiça e sensível a pressão. O tratamento térmico à temperatura de 400°C torna a cor azul mais escura e homogênea, aumentando o valor da pedra.

4.1.2 Esmeralda

A esmeralda, variedade gema de cor verde de berilo, é uma das mais cobiçadas e valiosas pedras preciosas. De acordo com Schwarz (1987) sua cor é decorrente da presença de cromo e vanádio na rede cristalina, mas o ferro também exerce influência na cor verde do cristal.

O Rio Grande do Norte não é produtor de esmeralda, mas existe um jazimento na fazenda Pitombeiras (125), município de Paraná, no extremo sudoeste do

estado, o qual atualmente está submerso pelas águas de um açude. A esmeralda deste depósito foi pioneiramente estudada por Vasconcelos (1984), assinalando que a gema tem cor verde claro a intermediário em cristais hexagonais com até 2cm de comprimento por 1cm de diâmetro, ocorrendo em veios de quartzo e veios aplíticos e pegmatóides, interfoliados em biotita-flogopita-xisto de forma lenticular, o qual está encaixado concordantemente em ortognaisses do Complexo Caicó. Com base em análises gemológicas conclui-se que a esmeralda de Pitombeiras tem cristalização satisfatória e razoável aproveitamento para lapidação.

Durante os trabalhos de campo deste Projeto foram registradas sete ocorrências da rocha hospedeira da esmeralda, designada de biotitito máfico, a partir do jazimento de Pitombeiras e seguindo para norte, formando um *trend* descontínuo com extensão de 20km.

A ocorrência (119) do extremo norte dessa faixa linear encontra-se na área urbana da cidade de Marcelino Vieira, onde próximo do biotitito aflorante ocorre um veio de quartzo impregnado de molibdenita. Verificou-se que as lentes alinhadas de biotitito se dispõem numa zona de cisalhamento transcorrente dextral, associada à extensa zona de cisalhamento de Portalegre, estruturada na direção NNE. Além destas, a cerca de 15km ao norte da cidade de Marcelino Vieira existe outra ocorrência do biotitito (113) na margem leste do açude de Pau dos Ferros, também relacionada à zona de cisalhamento de Portalegre.

A análise gemológica de três pequenos fragmentos de esmeralda, obtidos de um garimpeiro como procedentes deste depósito, revelou cor verde fraco a médio, translúcido a transparente, e ótimo polimento com óxido de cromo, indicando gema de boa qualidade. No leito do rio Apodi, município de Tabuleiro Grande, aflora uma lente de rochas metabásicas com anfibólio e biotita que pode representar um indício de esmeralda (110). A esta rocha se associam um corpo pegmatítico e um nível asbestífero, posicionando-se a oeste da zona de cisalhamento de Portalegre.

As melhores e mais significativas exposições do biotitito hospedeiro da esmeralda ocorrem na Fazenda Albuquerque de Fora (121), município de Tenente Ananias (**Foto 2**). Nesta área foi aberta uma trincheira direcional com 25m de comprimento, e 15m mais a norte um poço com 13m de profundidade, estando as duas escavações interligadas por uma galeria. O biotitito verticalizado, de direção N15°E, espessura variável de 5m a 10m, pode ser observado por uma extensão da ordem de 100m. Ele inclui *boudins* de rocha maciça, acinzentada e de granulação muito fina, e vênulas microdobradas de quartzo contendo pequenos cristais de berilo verde, alguns exibindo transparência e provável característica gemológica. Parte do biotitito está em contato com um dique de pegmatito, e ambos estão encaixados concordantes em ortognaisses do Complexo Caicó. A análise petrográfica da rocha hospedeira classificou-a como biotitito com tremolita-actinolita de textura milonítica, e os *boudins* são milonitos constituídos de microclina, amplamente dominante, quartzo, plagioclásio e biotita, tendo como acessórios mica branca, opaco, berilo e titanita.

Uma amostra de biotitito com segregação de quartzo incluindo raros diminutos cristais de berilo verde, coletada na exposição de uma trincheira, foi submetida a análise gemológica que descreveu berilo de cor verde fraco a médio, transparente a translúcido, exibindo excelente polimento com óxido de cromo. As dimensões dos cristais não foram suficientes para a caracterização completa da variedade esmeralda.

Outra amostra, obtida de um garimpeiro que atuava na área foi descrita como esmeralda mas continha fraturas e inclusões. Um berilo doado por um garimpeiro da área como procedente do garimpo Pitombeira II (nº 126) foi definido no laboratório gemológico como uma esmeralda verde média a forte, transparente, de ótimo polimento, revelando gema de excelente

qualidade. As análises químicas de três amostras do biotitito, realizadas no LAMIN

(CPRM), revelaram teores elevados de MgO, Cr e Ni, e baixo Al₂O₃ (**Tabela 1**), evidenciando uma rocha original de natureza básico-ultrabásica. Os teores relativamente altos de Be e Li sugerem interação metassomática com pegmatitos ácidos, e o elevado conteúdo de bário prenuncia atividade hidrotermal.

Na tabela constam também resultados analíticos da rocha hospedeira de esmeralda de Santa Terezinha de Goiás, os quais mostram igualmente conteúdos expressivos de MgO, Cr e Ni, e baixo Al₂O₃, mas os teores em sílica são menores do que os do biotitito do Rio Grande do Norte, provavelmente devido ao enriquecimento desta rocha em segregações quartzosas.

Ao contrário do biotitito potiguar, a rocha esmeraldífera de Santa Terezinha apresenta teores muito altos de perda ao fogo (PF), em razão da forte hidratação e ao elevado conteúdo de CO₂, uma vez que esta rocha sofreu carbonatação. Da comparação do quimismo das duas litologias observa-se ainda que ambas sofreram aporte de potássio que resultou na formação de biotita e flogopita.

A importância econômica e prospectiva da aludida faixa é reforçada devido a certas similaridades com a tipologia dos principais depósitos de esmeralda do Brasil e do mundo, caracterizada pela associação de rochas máficas e ultramáficas, ou de seus derivados metamórficos, fornecedores de cromo, vanádio e ferro, e de pegmatitos fornecedores de berílio, em ambiente fortemente tectonizado; as rochas hospedeiras da esmeralda são predominantemente biotita-flogopita xistos ou actinolita-tremolita xistos (Schwarz, 1987; Santana et al., 1995; Lacerda Filho et al., 1998).

4.1.3 Berilo para Coleção

Nos pegmatitos berilíferos do Rio Grande do Norte são encontrados belos cristais bem desenvolvidos de berilo que, embora

Amostra Elemento	JF-05	JF-07	JF-08	(4)
SiO₂ (1)	51,60	60,50	61,40	33,10 - 44,43
TiO₂	0,42	0,63	1,00	0,18 - 0,23
Al₂O₃	5,20	8,00	11,30	1,22 - 10,43
Fe₂O₃	2,40	2,60	2,30	1,32 - 3,15
FeO	5,00	4,10	3,20	1,79 - 3,36
MnO	0,17	0,10	0,06	0,03 - 0,14
MgO	19,40	11,70	6,20	20,40 - 29,00
CaO	9,00	5,00	5,00	0,70 - 4,16
Na₂O	0,41	1,10	2,30	0,85 - 1,40
K₂O	3,80	4,80	5,60	0,69 - 6,26
P₂O₅	0,40	0,97	0,91	0,04 - 0,14
PF	1,60	0,88	0,65	14,00 - 24,25
Cr (2)	780	610	300	1000 - 5000
Ni	857	382	187	300 - 1000
Co	57	36	24	50 - 100
V	64	80	64	30 - 150
Be	27,9	93,0	18,2	20 - 1000
Ba	240	880	2560	50 - 200
Cu	19	5	5	----
Li	168	114	56	----
Mo	N (3)	N	N	----

(1) - Óxidos em % peso.

(2) - Elementos traços em ppm.

(3) N - não detectado.

(4) - Teores de 4 amostras de talco-flogopita-biotita xisto carbonático hospedeiro da esmeralda de Santa Terezinha de Goiás (Schwarz, 1987).

Amostra JF-05: Jazimento nº 121, Fazenda Albuquerque de Fora, município de Tenente Ananias.

Amostra JF-07: Jazimento nº 123, Sítio Aroeira, município de Paraná.

Amostra JF-08: Jazimento nº 120, Povoado Panati, município de Marcelino Vieira.

Tabela 1 - Análises Químicas do Biotitito Hospedeiro da Esmeralda do Rio Grande do Norte

não constituam gemas, são comercializados como peças valiosas para colecionadores e museus. Representando este tipo de pedra semi-preciosa foram cadastrados dois jazimentos no município de Lajes Pintadas, os quais só produziram berilo para coleção, através de numerosas escavações de garimpeiros. Os cristais selecionados para coleção têm cor azul ou verde e dimensões variáveis de 10cm a 25cm de comprimento e diâmetro de 2cm a 6cm, sendo extraídas peças individuais, agregados de cristais parcialmente imersos no quartzo maciço leitoso, e mais raramente associado a cristais bem desenvolvidos de quartzo hialino e enfumaçado. Também

são encontrados belos cristais de berilo parcialmente inseridos em prismas de feldspato róseo.

O garimpo da fazenda Tapera II (37), localizado a cerca de 2km a sudeste da cidade de Lajes Pintadas, consta de um pegmatito com cerca de 100m de comprimento e 5m de largura, constituído de feldspato gráfico e muscovita, incluindo um núcleo central de quartzo maciço, leitoso a róseo. O quartzo leitoso contém esporádicos aglomerados de pintas de molibdenita. Os cristais de berilo nas cores azul e verde ocorrem na zona de contato do núcleo de quartzo, como também no seu interior

(Foto 3). O garimpo do sítio Riacho Fechado I, situado a cerca de 1km ao sul da cidade de Lajes Pintadas, tem um pegmatito fracamente mergulhante com extensão aflorante da ordem de 70m e espessura de 3m a 4m, composto de feldspato gráfico incluindo bolsões irregulares de quartzo maciço, leitoso. Eventualmente, o feldspato gráfico contém pequenas massas de magnetita e ninhos de diminutos cristais de granada. Os cristais de berilo têm cor azul e ocorrem no feldspato gráfico e nos bolsões de quartzo.

4.2 Grupo das Turmalinas

A turmalina é um borossilicato de alumínio complexo de dureza 7,5, densidade relativa 3,02 - 3,26, índice de refração 1,616 - 1,652, que cristaliza no sistema hexagonal, cujos prismas apresentam faces com finas estrias verticais. O mineral possui propriedades piroelétricas e piezoelétricas, isto é, desenvolve carga elétrica, podendo polarizar a luz quando submetido a aquecimento, compressão ou vibração. Por essas propriedades a turmalina é usada na indústria eletrônica e de instrumentos óticos.

A turmalina pode formar gemas cujo valor é função da transparência, limpidez do cristal e da cor. É o mineral que exhibe a maior variedade de cores, recebendo em função delas as seguintes denominações: **acroíta** incolor, rubelita ou **elbaíta** rósea avermelhada (contém sódio, potássio ou lítio), **verdelita** verde, **indicolita** azul, **dravita** amarela a marrom (menos comum e contém magnésio), **schorlita** ou **afrizita** preta, e **siberita** lilás ou azul violeta. Existem ainda combinações de cores como róseo no centro do cristal e verde nas bordas, e bicolor com uma zona azul e outra verde. O Brasil é bem conhecido como produtor de turmalinas-gema em várias cores.

No Rio Grande do Norte os pegmatitos portadores de indicolita, rubelita, verdelita e turmalina bicolor, se distribuem ao longo de 35km entre os municípios de Parelhas e Equador. A schorlita, variedade opaca e rica em ferro, de menor interesse gemológico, porém muito apre-

ciada por colecionadores, é o tipo de turmalina mais abundante no mundo, e nos pegmatitos do Rio Grande do Norte ocorre em cristais centimétricos a decimétricos, por vezes em grandes concentrações nas zonas de contato com as encaixantes, ou nas bordas do núcleo de quartzo dos corpos heterogêneos. Os cristais estão inseridos no quartzo (Foto 4), nos feldspatos e nas micas, mas os de maiores dimensões estão associados ao quartzo e são vendidos para colecionadores. Segundo o Anuário Mineral Brasileiro (1996) as exportações de schorlita bruta em 1994 somaram 23t, no valor FOB de 212 mil dólares, o que representa US\$ 9,2/kg.

A turmalina ocupa o segundo lugar em abundância de jazimentos de gemas no estado, sendo superada apenas pela água marinha. No presente trabalho foram catalogados 19 jazimentos de turmalinas nas cores azul, verde e rósea, em cristais geralmente pequenos com 0,5cm a 4cm de comprimento. Todos os jazimentos estão encaixados nos metassedimentos do Grupo Seridó, sendo que a grande maioria (14), representando 73,7% do total, está encaixada em muscovita-quartzitos da Formação Equador. O metaconglomerado pertencente a esta mesma formação encerra três jazimentos, e apenas dois jazimentos estão alojados no biotita-xisto da Formação Seridó. Nesta formação também se encontra o jazimento nº 101, localizado no sítio Quintos de Cima, município de Equador, que além de ser um pegmatito portador de água marinha, contém indicolita.

A vocação das turmalinas gemas em pegmatitos intrusivos nos quartzitos da Formação Equador é também registrada no estado da Paraíba, onde se encontra a maior jazida de indicolita do Brasil, em São José da Batalha, município de Salgadinho. Pode-se afirmar que a turmalina é um mineral típico de pegmatitos heterogêneos ou complexos, os quais normalmente apresentam também minerais de lítio e albita. Esses pegmatitos se caracterizam por um zoneamento definido por um ou mais núcleos de quartzo maciço, envolvidos por uma zona com predominância de grandes cristais de feldspatos onde se localizam as gemas. Em geral, esta zona mostra-se

fortemente caulinizada nos pegmatitos encaixados nos quartzitos.

Geralmente, os pegmatitos portadores de turmalinas gemas são concordantes em direção com a foliação das suas encaixantes, mas discordantes em mergulho. Contudo, seis desses corpos encaixados na Formação Equador são discordantes, pois eles preenchem fraturas de direção geral E-W. As dimensões dos pegmatitos turmaliníferos dessa região são muito variáveis, com dezenas e até algumas centenas de metros de comprimento, e espessuras de um metro a um máximo de 40m, desenvolvendo formas lenticulares a discóides.

No início da década de 1940 a região de Parelhas-Equador foi palco de intensa atividade extrativa mineral com a produção de berilo e tantalita-columbita, provenientes de numerosos pegmatitos. Posteriormente e até o presente, muitos desses corpos passaram a ser trabalhados para a produção de feldspato e caulim, ambos de excelente qualidade para a indústria de cerâmica branca. Os pegmatitos intrusivos nos quartzitos da Formação Equador são caracteristicamente caulinizados. A muscovita também vem sendo aproveitada comercialmente em vários pegmatitos da região. Esta mica é largamente dominante, em especial nos corpos encaixados em quartzitos. No começo da década de 1990 despertou-se o interesse pelas turmalinas gemas e vários corpos tornaram-se produtores dessas pedras.

4.3 Grupo do Quartzo

O quartzo tem fórmula química simples SiO_2 (óxido de silício), e é o mineral mais abundante na crosta terrestre, ocorrendo tanto nas rochas ígneas, principalmente as graníticas, quanto nas sedimentares e metamórficas, sendo o principal constituinte dos arenitos e quartzitos, assim como dos pegmatitos. O quartzo pode se apresentar na forma de grãos, massas e cristais, e com as mais variadas cores como incolor, branco, róseo, azul, cinza, amarelo. Muitos tipos de quartzo são usados como gema, e os cristais grandes bem formados são peças valiosas de coleciona-

dores. Existem várias designações para o quartzo: **ametista** cor violeta, **citrino** amarelado, **enfumaçado** ou **fumê** cinza, **morion** quase preto. Além dessas espécies cristalinas, existem as variedades criptocristalinas como a **calcedônia**, **ágata**, **ônix**, **sílex**, **chert**, **jaspe**, **prásio**, e amorfas como as **opalas**. Segundo Oliveira (1990) o Brasil é o maior produtor mundial de ametista e quartzo rosa, sendo o Rio Grande do Sul e Minas Gerais os principais responsáveis pela produção desses minerais.

Nos pegmatitos do Rio Grande do Norte o quartzo ocorre basicamente sob duas formas: em grãos vítreos e fragmentos angulosos, milimétricos a centimétricos, intercrescidos com feldspatos, e em bolsões diferenciados, por vezes de dimensões métricas. O quartzo desses bolsões tem hábito maciço e a cor mais comum é branco leitoso, e eventualmente exhibe manchas róseas, azuladas, ou cinza. No presente trabalho foram cadastrados oito jazimentos de ametista e um de quartzo róseo (**Anexo I**). Mas, muitos pegmatitos produtores de berilo, água marinha ou turmalina encerram belos cristais bem desenvolvidos, principalmente dos tipos hialino, enfumaçado e leitoso, por vezes com dimensões decimétricas. Esses cristais formam agregados e drusas nos bolsões mineralizados, ou nos bordos e interior do quartzo maciço.

4.3.1 Ametista

Dos oito jazimentos de ametista cadastrados, em seis ela está contida em veios de quartzo e em dois ela se encontra em zonas quartzosas de pegmatitos, e todos eles estão encaixados em ortognais-ses. Em dois jazimentos de água marinha (40 e 50) do município de Lajes Pintadas, a ametista também ocorre no pegmatito. No da Fazenda Tapera I (40) a ametista, em lascas e de qualidade gemológica, ocorre juntamente com água marinha em bolsões diferenciados. De um modo geral, a ametista desses depósitos têm cores claras e impurezas que não conferem qualidade para uso como gema. Além disso, os veios de quartzo são estreitos, com espessura variando de 0,2m a 1,0m e dentro deles a

ametista se aglomera em cavidades distribuídas aleatoriamente. O jazimento de ametista da Fazenda Azeredo (n^o 1, **Anexo I**) consta de um veio de quartzo de natureza cavernosa, de direção E-W e mergulho vertical, com extensão aflorante da ordem de 30m e espessura de 0,6m, encaixado discordantemente em ortognaisse. Amostras da ametista submetidas a análise gemológica revelaram cor violeta fraco, translúcida, sem interesse para lapidação.

O jazimento do Sítio Baliza (n^o 115, **Anexo I**) é representado por um pegmatito gráfico com largura aflorante estimada de 6m e extensão aflorante da ordem de 100m, encaixado subconcordante em ortognaisse de atitude N30°E/85°SE. A ametista roxa em cristais e fragmentos centimétricos, ocorre em cavidades, juntamente com cristais bem formados de quartzo, no seio de um núcleo de quartzo maciço, leitoso a cinza, com cerca de 1m de espessura, o qual faz parte do pegmatito. A análise gemológica de fragmentos de ametista coletados no antigo rejeito do garimpo classificou as pedras com boa transparência, cor violeta fraca a média, inclusive exibindo zonação de cor, e mostrando ótimo polimento com trípole, indicando material adequado para lapidação de jóias.

Silva et al. (1997) se referem à ocorrência de ametista do garimpo Maneone (coordenadas 6°51'15" - 36°37'30"), situado no município de Parelhas. A ametista ocorre em pegmatito heterogêneo encaixado no xisto da Formação Seridó.

No que tange ao aproveitamento comercial, algumas ametistas adquirem a cor amarela quando submetidas a temperaturas entre 450°C e 500°C, e elas são conhecidas no mercado pelos nomes de **topázio-rio-grande**, **topázio espanhol**, **topázio citrino**, **topázio ouro** ou **falso topázio** (Limaverde, 1980).

4.3.2 Quartzo Róseo

Vários pegmatitos da região de Parelhas-Ecuador e Lajes Pintadas apresentam núcleos de quartzo maciço leitoso com zonas e manchas de cor rósea. Neste trabalho foi cadastrado apenas um jazimento

de quartzo róseo, denominado de Capoeira III (n^o 80), no município de Parelhas, cujo pegmatito contém um potente núcleo de quartzo com cor rosa dominante. Este pegmatito tem 750m de comprimento na direção E-W e 25m de largura, e está encaixado discordantemente no metaconglomerado da Formação Equador. O corpo é zonado, distinguindo-se das bordas para o centro as seguintes zonas: delgada faixa com quartzo, feldspato, schorlita e granada avermelhada; zona espessa de pegmatito homogêneo com quartzo, feldspato e muscovita; zona potente com grandes massas de feldspato róseo incluindo bolsões com muscovita, albita, clevealandita, ambligonita, espodumênio, litiofilita, digenita, turmalinas coradas, tantalita-columbita e minerais secundários de cobre (Oliveira, 1996); e a zona mais interna, com 1m a 5m de potência, de quartzo róseo. Este pegmatito já foi produtor de feldspato.

4.4 Lazulita

A lazulita é um mineral azul de brilho vítreo que constitui o membro rico em magnésio de uma série isomórfica de fórmula química geral $(Mg, Fe)Al_2(PO_4)_2(OH)_2$, ou seja, fosfato básico de magnésio, ferro e alumínio, onde o ferro ferroso substitui o magnésio formando o mineral scorzalita, que também tem cor azul, representando o outro membro da série.

Os jazimentos de lazulita do Rio Grande do Norte se agrupam no município de Parelhas, a cerca de 12 km a sudeste desta cidade, numa área localizada a leste da anticlinal da Serra das Queimadas. Nesta área foram cadastrados seis jazimentos de lazulita (Tabela anexa n^{os} 83 a 88), todos formados em pegmatitos encaixados discordantemente em cordierita-granadabiotita xistos da Formação Seridó. Na área existe uma profusão de pegmatitos destacados na topografia, que são considerados estéreis, enquanto os mineralizados estão arrasados, no mesmo nível do terreno do xisto encaixante, e todos esses corpos preenchem fraturas com direções variando de N55° E a N80°E. Diniz et al. (1990) se referem a presença de lazulita no pegmatito João do Fogo, município de Carauá dos Dantas.

Os pegmatitos a lazulita têm espessura variável de 2m a 10m, extensão aflorante de 80m a 160m, sendo constituídos essencialmente de feldspato branco, quartzo leitoso e muscovita em livros e grandes placas. Além da lazulita os acessórios mais freqüentes, visíveis a olho nú, são: schorlita, tantalita, berilo, arrojadita e ambligonita. Geralmente, os corpos apresentam enriquecimento em schorlita nos bordos, e incluem um núcleo descontínuo de quartzo leitoso. A lazulita, em massas azuis de até cinco quilos, por vezes ocorre associada a ambligonita, e mais frequentemente ao feldspato, quartzo e muscovita, apresentando-se bem desenvolvida na zona de contato com o núcleo de quartzo. Esses pegmatitos já foram produtores de tantalita e berilo, e a muscovita é extraída atualmente em alguns deles. No núcleo de quartzo do "Alto" Carnaúba dos Bezerras (86), no Sítio Carnaúba, foram observadas pequenas massas de pirita, calcopirita e cassiterita. Neste pegmatito encontrou-se um bloco de 4kg de lazulita maciça incluindo uma massa de tantalita com 5cm de lado, fragmentos de quartzo e lamelas de muscovita (**Foto 5**).

No pegmatito "Alto" Bela Vista (88), no sítio Gamenha, o feldspato dominante tem cor rósea. O corpo Dr. Ulisses II (85), também chamado "Alto" Azul, produziu blocos de lazulita maciça, azul celeste, pesando até 5 quilos, a qual ocorre na zona de contato de feldspatos com um núcleo de quartzo (Rolff, 1946).

Leite (1984) assinala a presença de arrojadita e apatita, além de lazulita, no pegmatito da Fazenda Preás (83), e que a lazulita nas cores azul claro e azul escuro ocorre no contato do núcleo de quartzo e no seio do pegmatito homogêneo, associado ao feldspato, quartzo e muscovita. Baseado em análises petrográficas, químicas e difratograma característico com magnésio predominando sobre o ferro no mineral, concluiu que se trata da lazulita. As porcentagens médias dos principais óxidos constituintes de sete amostras do mineral foram: 45,0% P₂O₅; 28,8% Al₂O₃; 8,5% MgO; 6,7%CaO e 3,7% FeO + Fe₂O₃. Observa-se que o teor médio de magnésio é

superior ao dobro do ferro, caracterizando a lazulita. Nela identificou inclusões de muscovita, quartzo e schorlita, além de fissuras e microcavidades. Em amostras deste pegmatito observou-se ao microscópio grandes cristais de albita sem geminação, fluorita, quartzo, muscovita, ortoclásio e carbonato; verificou que a fluorita é posterior à muscovitização e que o carbonato preenche fraturas da albita. Em outras lâminas o autor descreve um pegmatito formado por feldspatos (albita límpida e sanidina argilizada), quartzo, lazulita, muscovita, apatita e raros opacos. Do estudo gemológico conclui-se que a lazulita pode ser aproveitada como gema opaca, acentuando pedras polidas em cabuchões de alto brilho.

4.5 Granada

A granada constitui uma família de minerais silicatados que se cristaliza no sistema cúbico em formas geralmente dodecaédricas, transparente a semitransparente, de brilho vítreo, cujas espécies mais comuns são: **almandina** de cor vermelha escura e rica em ferro; **grossularita** rica em cálcio, nas cores verde, amarela e marrom; **espessartita** alaranjada e rica em manganês; **piropo** vermelha amarronzada e rica em magnésio; **andradita** preta, verde ou amarela, rica em cálcio e ferro; e **uvarovita** rica em cálcio e cromo, geralmente em pequenos cristais de cor verde.

A granada é um mineral comum nas rochas cristalofílicas do Rio Grande do Norte, ocorrendo principalmente nos micaxistos da Formação Seridó, sob a forma de diminutos cristais vermelho escuros da variedade almandina. Também é um acessório freqüente dos pegmatitos, e em muitas rochas calcissilicáticas formam-se grandes cristais de grossularita marrom.

No estado foram cadastrados quatro jazimentos de granada gema, tendo três deles (**Anexo I**), n^{os} 74, 76 e 100, pegmatitos como rocha hospedeira e o de n^o 75 é representado por um sill de rocha ácida branca. Dois desses corpos (74 e 75) estão encaixados em granada-biotita xistos da Formação Seridó e os outros dois (76 e 100) estão encaixados em muscovita-

quartzitos da Formação Equador. O jazimento da Fazenda Cabeço Branco (74), município de Acarí, corresponde a um pequeno dique de pegmatito com 0,2m-0,4m de espessura e cerca de 50m de extensão aflorante, preenchendo uma fratura com atitude N55°W/80°SW, cortando o micaxisto com atitude N20°E/85°NW. O corpo compõe-se de feldspato branco, quartzo e muscovita em lamelas bem desenvolvidas. A granada, em cristais vermelhos, transparentes a translúcidos, com até 1cm de diâmetro, ocorre dispersa no corpo pegmatítico. Alguns cristais foram descritos como opacos a translúcidos na análise e não constituem gema.

Na Fazenda Cajueiro (75), município de Acarí, jaz um sill de rocha granitóide branca, de granulação dominante média, com 0,5m de espessura e 80m de extensão aflorante, impregnado de cristais de granada vermelha, transparente a translúcida, com até 5cm de diâmetro (**Foto 6**). O contato do sill com o micaxisto encaixante é concordante em direção, mas discordante em mergulho. Petrograficamente a rocha revela certa orientação tectônica e é constituída por quartzo (67%) em agregados, sillimanita (17%) em feixes aciculares e plagioclásio (10%), localmente desestabilizando para mica branca (1%). A granada, em cristais bem desenvolvidos, está disseminada na rocha em concentração da ordem de 4%, e também foi notada a presença do espinélio pleonasto (1%). Os cristais analisados no laboratório gemológico não mostraram qualidade para jóias.

Dos quatro jazimentos investigados, o da Fazenda Mirador (76), próximo ao povoado Ermo, município de Carnaúba dos Dantas, é o mais importante de todos, tanto pela qualidade da gema, como pelo porte do depósito. A granada, em belos cristais transparentes alaranjados, com até 1cm de diâmetro, está hospedada num pegmatito, em contato brusco e discordante com muscovita quartzito (**Foto 7**). O pegmatito com extensão aflorante de 80m e espessura máxima de 4m, preenche uma fratura de atitude E-W/90° que corta o quartzito com atitude N-S/40°E.

O pegmatito é heterogêneo com uma zona externa formada de feldspato

gráfico e muscovita; uma zona intermediária rica em albita, schorlita em prismas com até 15cm de comprimento, e muscovita em livros; observam-se esporádicos ninhos de granada avermelhada, opaca a translúcida; a zona mais interna é formada por núcleo descontínuo de quartzo leitoso que atinge 1m de possança. A granada gema, da variedade espessartita, ocorre em bolsões irregulares geralmente bordejando o núcleo de quartzo, os quais são constituídos de albita, quartzo, lepidolita, tantalita e muscovita, além de ninhos de granada verde e opaca. Cristais milimétricos coletados no rejeito antigo do garimpo foram analisados no laboratório gemológico, descrevendo cor alaranjada, opaco e translúcido e classificado como gema. Ferreira (1984) também identificou nesses bolsões mais duas gemas raras, a gahnita e o euclásio rosa. A primeira é um espinélio de zinco, com fórmula $ZnOAl_2O_3$, cor verde transparente, dureza 7,5-8,0, densidade 4,5, boa cristalização e poucas inclusões. Os teores dos principais componentes deste mineral são 28,0%Zn e 47,2% Al_2O_3 . O euclásio, mineral do grupo da datolita, é prismático, de brilho vítreo, geralmente incolor, nos bolsões da Fazenda Mirador ocorre escassamente em pequenos cristais de cor rosa pálido, o maior deles pesando menos de 2g, e quase sempre substituindo o berilo. Nos bolsões foram ainda registradas as presenças de apatita rosa e bicolor (rosa e verde), e zircão. A análise química da espessartita acusou um teor médio de 28,5% de manganês.

O jazimento da Serra do Pinto (100), município de Equador, é representado por um pegmatito com cerca de 10m de largura, aflorando descontinuamente por 90m, constituído de K-feldspato róseo, albita, quartzo e muscovita. O corpo exhibe uma zona irregular de quartzo leitoso com esporádicas lamelas de biotita, e sua encaixante é o quartzito, localmente silicificado, com atitude N20°E/65°NW. A granada, em cristais róseos avermelhados, transparentes a translúcidos, com até 2cm de diâmetro, se dispõe em bolsões compostos de quartzo hialino e enfumaçado bem cristalizado, grandes prismas de schorlita, K-feldspato róseo, albita e clevealandita. O estudo em laboratório de algumas grana-

das obtidas no afloramento do pegmatito, revelou excelente polimento com óxido de cromo em cristais transparentes, de cor vermelho médio, concluindo tratar-se de boa gema para lapidação.

4.6 Coríndon

O coríndon é um mineral de alta dureza (9), brilho adamantino a vítreo, de fórmula química simples Al_2O_3 (óxido de alumínio), encontrado sob a forma de grãos, massas informes, ou cristais prismáticos a piramidais. Ele possui duas importantes variedades gemológicas o **rubí** que tem a cor vermelha, e a **safira** cuja cor mais distintiva é azul, mas também pode ser incolor, púrpura, dourada ou rósea. No presente trabalho foram cadastrados dois jazimentos de coríndon, incluindo estas duas gemas.

No jazimento nº 6 (**Anexo I**) localizado na Fazenda Sombra, município de São Pedro do Potengi, o coríndon ocorre em cristais centimétricos, opacos a translúcidos, alguns com bandas azuis transparentes da safira, dispersos na encosta de uma pequena elevação. A mineralização parece estar associada às zonas de contato de corpos pegmatíticos com rochas ultramáficas que afloram no local e são cortadas por uma zona de cisalhamento dextral. As ultramáficas foram classificadas petrograficamente como carbonato serpentinito e plagioclásio diopsidito (Amaral, 1990).

O jazimento de rubí (nº 114, **Anexo I**), o primeiro a ser descrito no estado, está situado no Sítio Alto do Balanço, município de Antonio Martins, extremo sudoeste do estado. Trata-se de uma ocorrência ainda não prospectada ou pesquisada em que a gema, em minúsculos grãos, está dispersa numa rocha foliada verde, de atitude E-W/80°N, aflorando por cerca de 60m e com largura estimada de 6m a 8m, no alto de uma colina, encaixada em ortognaisses com atitude E-W/20°N, incluindo pequenos corpos de pegmatito. A cor verde da rocha é devido a lamelas orientadas e bem desenvolvidas de fucsita que se alternam com leitos brancos a róseos de feldspatos (**Foto 8**). Ao microscópio esta ro-

cha apresenta textura lepidoblástica, composta essencialmente de escamas de fucsita (46%), entremeadas com faixas de microclina (44%) e plagioclásio (8%), expressivo conteúdo acessório de rutilo (2%), além de raros grãos disseminados de coríndon, alguns com hábito prismático. Esta rocha foi classificada como fucsita xisto com rutilo e rubí. A análise mineralógica da rocha revelou a presença de rutilo e grãos submilimétricos avermelhados de rubí, e a análise por fluorescência de raios X detectou a presença de cromo, elemento responsável pela cor vermelha da gema. As características óticas e químicas do mineral permite identificá-lo como rubí ou safira rosa. A ocorrência Alto do Balanço parece similar a de Baguarí, Minas Gerais, referida por Cassedanne et al. (1987).

4.7 Cordierita

A cordierita é um silicato de alumínio e magnésio de brilho vítreo, transparente a translúcido, dureza 7-7,5 e cor azulada, cuja variedade gema é denominada **iolita** ou **safira d'água**. A cordierita é um mineral acessório freqüente nos xistos da Formação Seridó, onde se apresenta sob a forma de discos centimétricos revestidos por micas.

No Rio Grande do Norte foi cadastrado um jazimento de iolita (nº 77, tabela anexa), localizado na Fazenda Suçuarana, município de Parelhas, onde a gema ocorre em massas centimétricas de cor azul violácea (**Foto 9**), algumas exibindo faces estriadas, imersas em veios de quartzo maciço e granulado, contendo esporádicos prismas de albita, cristais milimétricos de granada vermelha e micas, sobretudo biotita. Os veios, atingindo espessura máxima de 0,5m e extensão aflorante de 60m, estão interfoliados em granada-biotita xistos da Formação Seridó, com atitude local N10°E/65°NW. Na zona de contato do xisto com os veios a iolita, há um enriquecimento em granada e biotita em lamelas bem desenvolvidas. O xisto apresenta inúmeras vênulas e *boudins* de quartzo estirados e paralelos à foliação. A cerca de 50m do jazimento aflora um pegmatito com cerca de 100m de extensão, encaixado concordantemente no xisto. A análise gemológica

de amostras de cordierita, coletadas no rejeito do garimpo e no afloramento do veio, descreveu fragmentos de cor azul médio a fraco, transparentes, de ótimo polimento com trípole e de boa aplicação como gema para lapidação.

4.8 Euclásio

O euclásio é um mineral raro associado às paragêneses dos pegmatitos graníticos. Constitui uma das numerosas gemas formadas pelo elemento berílio. Quimicamente é um silicato básico de berílio e alumínio, de fórmula $\text{Be Al SiO}_4 (\text{OH})$ e exibe cristais monoclinicos estriados de brilho vítreo, ricos em faces, com boa clivagem, dureza 7,5 e densidade 3. Geralmente são incolores, mas também exibem vários tons de azul, verde, violeta e róseo. Por vezes, as porções externas dos cristais são incolores e na zona interna se concentra bela coloração comumente azul. As peças mais valiosas são transparentes, biterminadas e de cor azul.

Neste projeto foi estudado apenas um jazimento de euclásio (n^o 106, **Anexo I**), localizado na fazenda Pau dos Ferros, município de Equador, onde a gema, em minúsculos cristais azuis se encontra dispersa num pegmatito com cerca de 200m de extensão, direção N10°E e espessura de 8m a 12m, encaixado em muscovita quartzito da Formação Equador, com atitude N-S/40°W. O pegmatito, como a maioria desses corpos contidos no quartzito, mostra-se fortemente caulinizado e inclui quartzo em grãos, muscovita, berilo esverdeado e azulado em cristais centimétricos, e pequenas massas ou blocos de mangano-tantalita.

Ferreira (1997) cita várias mineralizações de euclásio em pegmatitos, todos fazendo parte do Distrito Gemológico Sul (DS), e considera que esta região concentra o maior número de ocorrências da gema no Brasil, onde ela já foi identificada em pelo menos doze corpos. No município de Parelhas o autor se reporta às ocorrências de euclásio no Alto Antonio Trindade, na fazenda Quintos de Cima, que produziu 200kg da gema; Alto da Mata que produziu menos de 2kg de euclásio, mas muita tantalita; Alto Aroeiras, na fazenda Quintos do Meio, com cristais cinza-azulados semi-transparentes.

No município de Equador foram observadas ocorrências no Alto Olho d'Água dos Mamões ou Manoel das Poses, onde os cristais de euclásio, transparentes, azuis, euedrais e biterminados atingem até 27g; também nos "Altos" da Jaqueira, Favela, Baixa Grande e Amâncios onde o euclásio aparece em agregados corroidos e porosos.

Destaca como grande produtor de euclásio o Alto do Santino, no município de Equador, onde os cristais são límpidos e ultrapassam 3cmx2cmx2,5cm e o maior cristal encontrado pesou 100g. A gema ocorre em bolsões associados a quartzo hialino e fumê, e muitas vezes em drusas exibindo cristais transparentes incolores, azuis e roxos.

Outro tipo de ocorrência é o euclásio na base de cristais de berilo em nítido processo de substituição. Sem maiores detalhes, Cassedanne et al. (1987) também se referem a belos cristais de euclásio azul em quatro pegmatitos caulinizados e litíferos no município de Equador.

5

Distritos Gemológicos

O Rio Grande do Norte possui três áreas que concentram a maioria dos jazimentos de gemas do estado, representando 100 (67,6%) jazimentos do total de 148 cadastrados, e cada uma dessas áreas apresenta suas especificidades quanto aos aspectos geológicos e gemológicos. De acordo com sua posição geográfica no estado (**Figura 6**) tais áreas foram designadas de **Distrito Gemológico Centro-Sul (DCS)**, **Distrito Gemológico Sul (DS)** e **Distrito Gemológico Extremo Sudoeste (DESW)**. A delimitação das áreas desses distritos está baseada na concentração e proximidade dos jazimentos de gemas que estão alinhados formando *trends* controlados por estruturas regionais representadas por zonas de cisalhamento. Elas também estão delimitadas no mapa na escala 1:500.000 e podem ser ampliadas à medida que novas mineralizações sejam descobertas. Nas proximidades dos três distritos ocorrem granitos porfiríticos da unidade N₇e os quais, provavelmente, constituem a fonte das soluções pegmatíticas e das suas mineralizações.

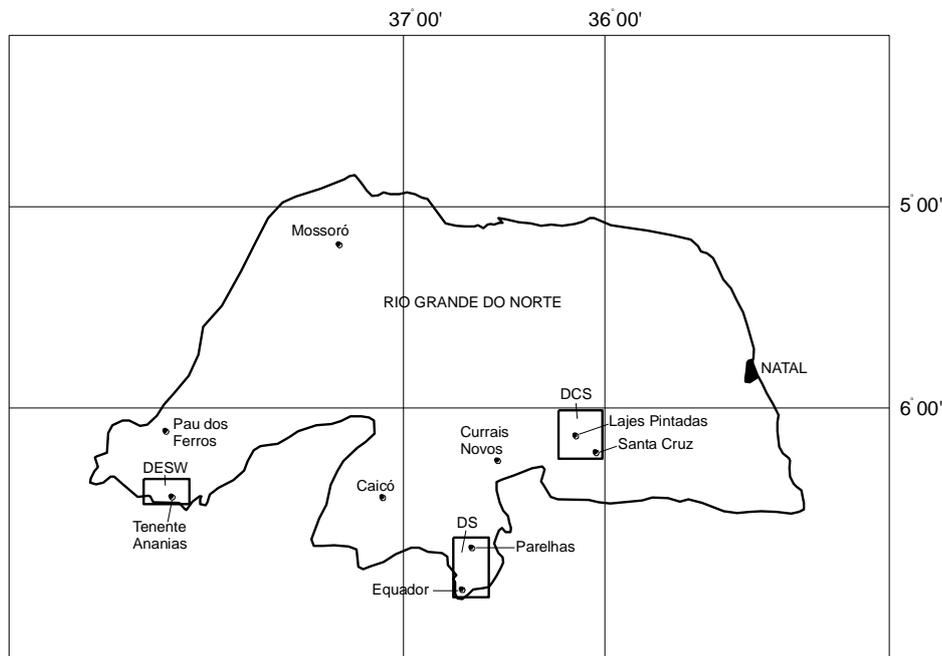
5.1 Distrito Gemológico Centro - Sul

O **Distrito Gemológico Centro - Sul (DCS)** abrange uma área da ordem de 374km², principalmente encravada no município de Lajes Pintadas, cuja sede ocupa, aproximadamente, a porção central da

área. A cidade de Santa Cruz é a mais importante da região e se encontra a cerca de 16km a sudeste de Lajes Pintadas por rodovia asfaltada (**Figura 7**). A partir de Natal, o melhor acesso a Lajes Pintadas é feito pela rodovia asfaltada BR-226 que passa por Macaíba, Tangará e Santa Cruz, numa extensão total de 130km. O terreno desse distrito gemológico é acidentado, com elevações que atingem 550m de altitude, destacando as serras Manoel Carlos e da Gameleira. O DCS é especializado em água marinha, e nele foram cadastrados 39 jazimentos, numerados de 14 a 52 (**Anexo I**), sendo 37 de água marinha e 2 de berilo para coleção.

5.1.1 Geologia Local

O DCS está fundamentalmente encravado em terrenos de ortognaisses do Complexo Caicó (APgm), nos quais estão encaixados numerosos pegmatitos, muitos deles hospedeiros de água marinha. Na porção noroeste da área ocorre granada-biotita xistos, incluindo veios interfoliados de quartzo, pertencentes à Formação Seridó (MNss), cujo contato com os ortognaisses é marcado pela extensa zona de cisalhamento dextral de Picuí (**Figura 7**). A estruturação regional tem direção geral NNE, mas a unidade APgm apresenta redobramentos recumbentes e invertidos que ocasionam contornos sinuosos à foliação.



DCS - Distrito Gemológico Centro-Sul
 DS - Distrito Gemológico Sul
 DESW - Distrito Gemológico Extremo Sudoeste

Figura 6 - Localização das Áreas dos Distritos Gemológicos do Estado do Rio Grande do Norte

No extremo nordeste da área afloram granitos porfíricos da unidade N₇e, que destacam-se no relevo formando a Serra do Ronca. Os pegmatitos mineralizados estão controlados por uma ampla zona de cisalhamento próximo do contato com a unidade MNss, e se distribuem segundo um *trend* de direção NNE, paralelo à foliação regional, com extensão de 21km e largura máxima da ordem de 8km. Os corpos pegmatíticos, geralmente, são concordantes em direção com a foliação dos ortognaisses, mas discordantes em mergulho, e suas dimensões aflorantes são variáveis, podendo atingir 200m de comprimento e 15m de espessura aparente.

Apesar da semelhança dos pegmatitos com água marinha do DCS com os do DESW, como a natureza relativamente homogênea, a mineralização concentrada em bolsões diferenciados, a presença de biotita como a mica dominante, o mesmo tipo de encaixante e disposição em *trends* controlados por zonas de cisalhamento, existem algumas diferenças.

Os principais pegmatitos mineralizados do DESW exibem deformações como estrutura dômica, dobras abertas, são mais ricos em água marinha e apresentam maiores dimensões que os do DCS. Os deste distrito não apresentam aquelas de-

formações, exibem formas mais regulares, lenticular a tabular, e são mais numerosos que no DESW. Além disso, os corpos têm relativamente maior conteúdo de magnetita, granada e schorlita, e vários deles exibem bolsões irregulares de quartzo maciço leitoso. Em alguns são observados esporádicas pintas de molibdenita e nos bolsões mineralizados ocorrem com frequência cristais bem formados de quartzo hialino, leitoso ou fumê, centimétrico a decimétrico. Alguns corpos do DESW possuem amazonita, mas este mineral não foi observado no DCS.

Em diversos jazimentos foram coletadas dez amostras de berilo com feições de água marinha nos antigos rejeitos de garimpagem para a caracterização gemológica. Da análise das amostras, apenas a da Mina do Bigodão (n^o 42, **Anexo I**) apresentou aproveitamento como gema pela sua transparência, limpidez, cor azul fraco e ótimo polimento com óxido de cromo. As demais foram classificadas como berilo azul médio a fraco, translúcido a opaco, muito fraturado, sem utilidade como gema.

5.1.2 Perspectivas Econômicas

Todos os pegmatitos cadastrados no DCS já foram objeto de garimpagem superficial, segundo a direção dos corpos e em alguns as escavações se estenderam até uma profundidade de 15m acompanhando o mergulho dos corpos. Atualmente não há atividade mineira na maioria desses corpos por falta de recursos materiais e financeiros, estando as escavações parcialmente obstruídas.

Na década de 1940 alguns pegmatitos do DCS começaram a ser desmontados manualmente para a produção de berilo, e a tantalita também foi encontrada em alguns corpos como Cabaceira IV (n^o 23), Bom Destino III (n^o 45) e Garimpo do Manganó (n^o 25) que foi produtor de manganotantalita. Neste período foram descobertas ocorrências de água marinha associada ao berilo. Entre as décadas de 1970 e 1980 houve um surto de produção de água marinha no DCS quando o Governo do Estado implantou uma cooperativa de pequenos mineradores na cidade de São Tomé, for-

necendo equipamentos (compressores, martelões, explosivos, motobomba) e alguma assistência técnica. A partir de 1985 os recursos escassearam, culminando com o fechamento da cooperativa e paralização da atividade mineira.

Os corpos não estão exauridos, mas de uma maneira geral os bolsões com água marinha estão mais profundos e sua extração só é rentável com o uso de equipamentos. A água marinha do DCS tem cor azul claro a médio, poucas inclusões e fissuras, permitindo bom aproveitamento na lapidação. Como os pequenos mineradores estão descapitalizados, a retomada da produção só será possível com incentivos do Governo ou investimento de empresa privada em uma unidade móvel de lavra capaz de operar vários corpos mineralizados, cuja distância entre eles é muito pequena. A mão-de-obra necessária aos trabalhos mineiros é abundante nas cidades de Lajes Pintadas e São Tomé.

5.2 Distrito Gemológico Sul

O Distrito Gemológico Sul (DS) cobre uma área de 684 km² entre as cidades de Parelhas e Equador, estendendo-se para sul até a divisa com o Estado da Paraíba (**Figura 8**). Aquelas duas cidades estão interligadas por estrada asfaltada com 35km de extensão. O acesso à área tanto pode ser feito por Campina Grande-PB pela rodovia BR-230 por 115km até Equador, ou a partir de Natal pelas BR-226 até Currais Novos; daí seguindo para Acari pela BR-427, e desta até Parelhas pela RN-086, num percurso total de 235km.

Dos três distritos gemológicos, o DS é o que apresenta os pegmatitos mais evoluídos e complexos, acarretando mineralizações diversificadas. Além do berílio, as soluções hidrotermais/pneumatolíticas transportaram concentrações apreciáveis de boro, lítio, fósforo, tântalo, nióbio, estanho e bismuto, que formaram numerosos minerais econômicos. Nos pegmatitos heterogêneos e complexos desta região Silva (1993) listou a presença de 78 minerais acessórios não fosfáticos, estando entre os mais frequentes a schorlita, berilo, cassiterita, kaolinita, tantalita-columbita, cassiteri-

ta, magnetita, granada, lepidolita, espodumênio, bismuto nativo, sericita, mangano-tantalita e fluorita. Apresentou também uma relação de 45 minerais fosfáticos, citando entre os mais comuns a ambligonita, apatita, arrojadita, autunita e lazulita. Os pegmatitos com espodumênio merecem ser investigados para a possível presença de duas variedades gemas deste mineral, denominadas de **kunzita** (cor rosa) e **hiddenita** (cor verde), e aqueles com ambligonita podem conter espécie gema deste mineral.

Segundo Salim et al, (1997, 1998) os pegmatitos heterogêneos evoluíram em duas etapas principais, uma precoce de diferenciação e cristalização magmática, responsável pela formação da paragênese mineralógica essencial dos corpos com estrutura interna zonada. A outra etapa é tardia, ligada a alteração hidrotermal dos minerais precoces, a qual teve início com o processo de albitização/muscovitização (greisenização) e culminou com um metasomatismo de lítio. A formação dos minerais econômicos de Li, Be, Ta-Nb e Sn, bem como das massas de quartzo e a caulinitização podem estar relacionadas a este evento hidrotermal.

As alterações hidrotermais ocorrem principalmente na zona III, onde os feldspatos potássicos (microclina e ortoclásio) são transformados em plagioclásios sódicos (albita/cleavelandita) e muscovita. Por outro lado os feldspatos alteram-se para micas de lítio, principalmente lepidolita. Dentro de cavidades abertas nesta zona formam-se tardiamente cristais de quartzo em drusas, rosetas de lepidolita, cristais de apatita, e às vezes sulfetos e minerais de urânio.

A gema mais importante do DS é a turmalina, que se apresenta nas cores verde, rósea e azul. A schorlita é a mais abundante, ocorrendo em cristais centimétricos a decimétricos e tem boa aceitação pelos colecionadores. No DS foram cadastrados 32 jazimentos de gemas, numerados de 78 a 109 (**Anexo I**), sendo 19 de turmalina, 6 de lazulita, 4 de água marinha, 1 de granada, 1 de euclásio e 1 de quartzo róseo (**Figura 8**).

5.2.1 Geologia Local

Os terrenos do DS são formados essencialmente por metassedimentos do Grupo Seridó, estruturados com macrodobras estreitas e alongadas de direção NNE, exibindo eixos com caimento e terminações periclinais (**Figura 8**). Na porção oeste da área ocorrem ortognaisses do Complexo Caicó (APgm) formando o núcleo de estruturas antiformais.

O Grupo Seridó está representado pelas suas três formações: Jucurutu, Equador e Seridó. A Formação Jucurutu (MNsj) é constituída por paragnaisses, incluindo níveis subordinados de quartzitos. Ela se dispõe numa faixa restrita emoldurando os flancos da Serra dos Quintos, com estrutura de anticlinório. A Formação Equador (MNse) desenvolve a maior estrutura da área, um extenso anticlinal com eixo de caimento para norte, cuja terminação periclinal se encontra a leste da cidade de Parelhas (**Figura 8**). A unidade MNse é formada por muscovita quartzitos esbranquiçados, aos quais se intercala um metaconglomerado esverdeado (mc) que se dispõe no nariz da anticlinal e parte da sua aba leste. Os quartzitos se destacam no relevo da área integrando a extensa Serra das Queimadas com altitudes que atingem 800m, e se prolonga para sul, pelo Estado da Paraíba. Eles são cortados por fraturas transversais de direção NW a WNW, e próximo à cidade de Equador são cortados por uma falha transcorrente sinistral de direção geral E-W (**Figura 8**).

A Formação Seridó (MNss) é a unidade de maior distribuição na área e consta de granada-biotita xistos, com veios centimétricos de quartzo interfoliados. Esta unidade é cortada por uma importante zona de cisalhamento dextral de direção NNE-SSW, que ocorre a leste da cidade de Parelhas, e bordeja todo o flanco oeste da mega-anticlinal da Serra dos Quintos. No extremo norte da área aflora uma pequena porção do granito porfirítico da unidade N_{7e}, desenvolvendo uma estrutura antiformal de plunge para sul.

No DS existe um enxame de diques pegmatíticos paralelos à foliação regional e outros discordantes preenchendo

fraturas transversais. Muitos corpos que atravessam os xistos se destacam na topografia, imprimindo uma feição de muralha, e são considerados estéreis ou fracamente mineralizados. Os pegmatitos portadores de gemas não exibem expressão topográfica e estão encaixados nos metassedimentos do Grupo Seridó. Dos 32 jazimentos cadastrados, 16 estão encaixados nos quartzitos, 12 estão nos xistos e 4 no metaconglomerado. A maioria dos pegmatitos portadores de gemas nas variedades indicolita, rubelita e verdelita tem como rocha encaixante os quartzitos da unidade MNse, e esses corpos geralmente são caulinizados e litiníferos (**Foto 10**). Tais pegmatitos são concordantes com a foliação dos quartzitos, mas discordantes em mergulho, e sua extensão aflorante máxima é de 200m e a largura máxima de 15m.

O jazimento Quintos de Baixo (nº 89) já foi objeto de pesquisa sob o nome de Mina do Berilo (Diniz et al., 1989), visando a avaliação de reservas de berilo e tantalita numa área de 990 hectares, a qual inclui mais dois depósitos destes minerais, designados Alto do Luizão e Serra das Queimadas I. Esses jazimentos têm em comum pegmatitos caulinizados como hospedeiros das mineralizações, muscovita quartzitos da Formação Equador como encaixantes, e concordância em direção com as encaixantes, mas discordantes em mergulho. Os pegmatitos são diferenciados, possuindo uma espessa zona caulinizada e bolsões de quartzo leitoso. As mineralizações se dispõem preferencialmente entre estas duas zonas. Os "Altos" do Luizão e Serra das Queimadas I estão a 1,3km a NE e 2,3km a SE da Mina do Berilo, respectivamente. Este depósito é o mais importante dos três, tendo produzido muito berilo e secundariamente caulim e tantalita. O pegmatito tem extensão aflorante da ordem de 170m, largura máxima de 15m. O berilo ocorre principalmente na porção mais externa do corpo, rica em muscovita e com turmalina em menor quantidade. Observou-se a presença de indicolita associada a lepidolita e albita (**Foto 11**), e por vezes contendo cristais bem formados de quartzo incolor, leitoso e enfumaçado. O Alto do Luizão tem cerca de 150m de extensão e

largura máxima de 6m, e produziu amblygonita, além de berilo e tantalita.

O Alto Serra das Queimadas I produziu mangano-tantalita, columbita e berilo, os quais se concentravam em torno de núcleos de quartzo. No nariz da anticlinal da Serra das Queimadas o metaconglomerado abriga pegmatitos com turmalina gema (jazimentos 79, 80 e 82) e um com potente núcleo de quartzo rosa (nº 81).

Adusumilli et al. (1993) descreveram turmalinas procedentes dos garimpos Capoeira (nºs 79 a 81) em cristais maiores de 10cm de comprimento e cerca de 5cm de largura, associados a veio de quartzo maciço, classificando de "heitorita" o tipo azul turquesa, translúcido, com borda de schorlita ou núcleo violeta ou rosa, indicando substituição por lítio, além de gemas transparentes das variedades azul e verde. Numa área de 488ha, denominada Sítio Mulungu, que envolve estes jazimentos Oliveira et al. (1992) efetuaram a cartografia de quatro pegmatitos paralelos entre si, de direção N70º-80ºW e mergulho subvertical para nordeste, designados de A, B, C e D.

O corpo A é o principal, com extensão superior a 600m e largura variável de 10m a 25m. Apresenta vários bolsões de quartzo leitoso e róseo, e uma zona bem desenvolvida de feldspato de excelente qualidade, incluindo tantalita-columbita e berilo, principalmente no entorno dos bolsões de quartzo. As reservas totais de feldspato somaram 67.000 toneladas.

O corpo B tem mais de 450m de extensão e largura média de 15m, e assim como o corpo A, já foi produtor de feldspato, berilo e columbita.

O corpo C possui cerca de 100m de extensão e largura média de 3m. Tanto este como o corpo B, apresentam turmalinas nas cores azul e verde, algumas exibindo substituição por lepidolita na porção central.

O corpo D, apesar da extensão superior a 500m, tem característica de pegmatito homogêneo, com feldspato gráfico e

baixo potencial mineralizante. A mica dominante desses pegmatitos é a muscovita, que se apresenta em lamelas centimétricas a decimétricas, livros e rosetas.

Os pegmatitos de Capoeira também foram investigados por Pereira et al. (1998) que caracterizaram um corpo heterogêneo com a zona I (borda), constituída essencialmente de muscovita grosseira, albita e quartzo de granulometria fina, \pm granada, \pm turmalina. A zona II é formada por cristais centimétricos de microclina envoltos em matriz quartzo-feldspática grosseira e muscovita. A zona III contém unicamente microclina pertítica atingindo dimensões métricas. A zona IV é representada por núcleo de quartzo leitoso a róseo incluindo livros de muscovita centimétrica tardia.

Foram caracterizados corpos de substituição semelhantes a greisens, resultantes da transformação de feldspatos da zona III por muscovita verde fina e cleavelandita, bordejados por muscovita centimétrica verde. Os autores assinalam ainda que as principais mineralizações de Ta-Nb, Be e Sn estão associadas a estes corpos. Belos cristais de apatita azul procedentes deste jazimento (**Foto 12**) estão expostos no museu de mineralogia do campus universitário de Campina Grande - PB.

O pegmatito Cabeço do Boqueirão (n^o 82), também conhecido como "Alto" do Boqueirão, foi um dos mais estudados, tanto pelas suas dimensões, como pela natureza tipicamente heterogênea, exibindo zonação interna simétrica, grande variedade de minerais acessórios e pela expressiva produção de berilo e tantalita. Este jazimento corta a zona de charneira da anticlinal da Serra das Queimadas, ocupando a crista desta serra, próximo a sua extremidade norte (**Figura 8**), a uma altitude de 550m, cujo acesso é íngreme.

O corpo tem extensão estimada de 400m, espessura máxima de 30m, atitude N70°W/90°, discordante do metaconglomerado encaixante, com atitude local N20°E/40°NW. Johnston Jr. (1945) e Farias (1977) identificaram quatro zonas no pegmatito: a zona I, de bordo, formada por

lepidolita em grandes lamelas, microclina e quartzo; a zona II compreende a maior parte do corpo, tem natureza homogênea, sendo constituída por microclina e quartzo, muita schorlita e alguma granada; a zona III é bem desenvolvida com cristais gigantes de microclina parcialmente substituída por albita, e caulinizada próximo a superfície, contendo também quartzo e muscovita, e a zona IV consiste de vários núcleos de quartzo maciço, leitoso a róseo, podendo atingir 8m de espessura (**Foto 13**), contendo drusas de cristais de quartzo e muitos minerais acessórios. A zona III é a mais rica em berilo e tantalita. Farias (op. cit.) encontrou cristais de rubelita e verdelita, além de apatita verde clara e azul na zona IV do pegmatito.

No flanco oeste da anticlinal edificada nos quartzitos (Formação Equador), ainda foram cadastrados um jazimento de água marinha (n^o 99), um de granada (n^o 100) e um de euclásio (n^o 106). Bordejando o bloco oeste da extensa falha do Rio dos Quintos foram cadastrados cinco pegmatitos mineralizados em água marinha n^{os} 78, 101 que também encerra turmalina gema, e 103, e dois com turmalinas (n^{os} 90 e 107), todos encaixados nos xistos.

Numa zona de domínio dos xistos da Formação Seridó (MNss), situada a leste da anticlinal da Serra das Queimadas, em meio a numerosos pegmatitos proeminentes no relevo, se distribuem seis corpos mineralizados em lazulita (jazimentos n^{os} 83 a 88, (**Anexo I e Figura 8**). Em vários pegmatitos turmaliníferos do DS ocorre um tipo de turmalina bicolor em cristais centimétricos, com bordas transparentes de cor verde forte a médio, e centro opaco de cor rosa médio, resultante da substituição por lepidolita. A análise gemológica indica que alguns cristais apresentam efeitos interessantes para a confecção de jóias, mediante o seu fatiamento, e eles são conhecidos como turmalina tipo melancia. No jazimento Quintos de Baixo (n^o 89, **Anexo I**) as bordas transparentes desses cristais bicolores apresentavam cor azul médio. Do jazimento Capoeira I (n^o 79) foram examinadas amostras de turmalinas de cores verde fraco a médio e azul fluorescente, transparentes a opacas, cujos cristais muito pe-

quenos impossibilitaram a descrição gemológica completa. As amostras colhidas nos rejeitos do garimpo Maracajá (n^o 90) foram classificadas de turmalina verde escura a preta, translúcida a opaca, sem interesse gemológico. Mas, as dos jazimentos Sítio Quixaba e Louro (n^{os} 91 e 93) têm cor verde médio a forte, translúcida a transparente, ótimo polimento com trípole, mostrando-se aceitável para lapidação.

Os estudos das turmalinas da Fazenda Bolandeira (n^o 96) revelaram cor rosa violáceo, boa transparência, e são consideradas gemas de qualidade. Cristais de berilo coletados nos rejeitos de Quintos de Cima (n^o 101) apresentaram zonas ou “olhos” de água marinha, mas de baixa qualidade gemológica.

5.2.2 Perspectivas Econômicas

Nas décadas de 1940 e 1950 muitos pegmatitos do DS foram trabalhados para a produção de berilo e tantalita (Scorza, 1944; Johnston Jr., 1945; Rolff, 1945, 1946; Roy et al., 1964). Atualmente a maioria deles encontra-se com as atividades mineiras paralizadas. Contudo, alguns estão sendo garimpados para tantalita, outros para a extração de feldspatos, e vários corpos encaixados nos quartzitos da Formação Equador (MNse), próximos da cidade de Equador, são minerados para a produção de caulim, que é beneficiado em cinco instalações. Alguns pegmatitos portadores de lazulita são também garimpados para a extração de muscovita.

A partir dos anos 80 despertou-se interesse comercial pelas turmalinas gemas e vários pegmatitos, especialmente aqueles encaixados nos quartzitos MNse, passaram a ser garimpados para a extração da pedra.

No jazimento de Quintos de Baixo (n^o 89), que já produziu berilo e tantalita, uma empresa de capital alemão está pesquisando turmalina gema, principalmente **indicólita** (a variedade mais valiosa). A área onde se encontram os jazimentos da Fazenda Capoeira (n^{os} 79 a 81) está sendo negociada para pesquisa de turmalinas gemas. Como observado no campo, todos os pegmatitos portadores de gemas do DS

já foram trabalhados, de modo intermitente, em décadas passadas. Mas, ainda existe neles um grande potencial, tanto para pedras preciosas como para a produção de outros minerais econômicos como feldspatos, caulim, muscovita, tantalita-columbita, além de belos cristais decimétricos de schorlita, berilo e de quartzo hialino e fumê, todos muito apreciados por colecionadores.

É inequívoca a vocação dos pegmatitos encaixados nos quartzitos da Formação Equador (MNse) para mineralização em turmalinas gemas, fato também confirmado na Paraíba onde a litologia encerra pegmatitos formando a maior jazida de **indicólita** do Brasil, localizada em São José da Batalha.

5.3 Distrito Gemológico Extremo Sudoeste

O Distrito Gemológico Extremo Sudoeste (DESW) compreende uma área de 459km² contida, principalmente, nos municípios de Tenente Ananias e Paraná, estando o limite sul da área na divisa com o Estado da Paraíba (**Figura 9**). A partir de Natal o acesso à área pode ser feito pelas estradas pavimentadas BR-304 até a cidade de Açú, prosseguindo-se pela RN-233 que passa na cidade de Campo Grande e continua pela BR-226 com destino a Patú, e daí pelas RN's 078, 074 e 117, alcançando-se a cidade de Tenente Ananias por um percurso total de 420km. Alternativamente, esta cidade também pode ser alcançada a partir de Campina Grande pela rodovia BR-230 por 305km até a cidade de Sousa e daí pela estrada não pavimentada PB-383 por 35km para Tenente Ananias.

O DESW é especializado em água marinha e esmeralda, e os depósitos dessas gemas se dispõem segundo duas faixas paralelas distintas de direção NNE, separadas por uma distância da ordem de 8km. No DESW estão registrados sete jazimentos de **esmeralda**, numerados sequencialmente de 120 a 126, 20 de **água marinha** (n^{os} 127 a 146), e dois jazimentos de **ametista** (n^{os} 147 e 148) - (**Anexo I e Figura 9**).

5.3.1 Geologia Local

A litologia largamente dominante no DESW é representada por ortognaisses do Complexo Caicó (APgm), onde distribui-se a maioria dos jazimentos de gemas. Via de regra, a unidade APgm exhibe expressivo bandamento constituído por *augen* de feldspato róseo, alguns deformados em sigmóides, grãos de quartzo, alternados com bandas escuras biotíticas e com algum anfibólio.

Nas porções norte e leste da área ocorrem as seguintes litologias proterozóicas, todas estruturadas na direção NNE: paragnaisses da Formação Jucurutu (MNs) em faixas alongadas; suite de *augen* gnaisse granitóide (P γ); e corpos alongados de granitóide porfirítico (N γ e) e de biotita granito equigranular (N γ c), ambos intrusivos nas unidades mais antigas, relacionados ao evento tecto-origênico Brasileiro.

Os jazimentos de esmeralda estão associados a zonas de cisalhamento que acompanham a extensa zona de cisalhamento dextral de Portalegre, com direção geral NNE. Ao sul esta falha prossegue pelo Estado da Paraíba e no Rio Grande do Norte ela tem extensão de 115km, cuja extremidade norte é encoberta por sedimentos cretáceos da Bacia do Apodí. No DESW o biotitito máfico hospedeiro da esmeralda se estende descontinuamente por cerca de 7km, que é a distância entre os jazimentos extremos do *trend*. Mas, fora desta área, foram registrados mais três ocorrências do biotitito bordejando a falha Portalegre no prolongamento para norte.

Os jazimentos de água marinha compõem um *trend* com cerca de 12km de extensão por 1km de largura onde se distribuem 18 pegmatitos mineralizados. Os corpos são concordantes em direção com o gnaisse encaixante, mas discordantes em relação ao mergulho. As dimensões são muito variáveis, podendo alcançar 500m de comprimento como o jazimento Nova Descoberta (n^o 141) e uma largura aflorante máxima de 30m a 40m como na Mina Velha (n^o 138) e Rabo Gordo (n^o 143).

Na Fazenda Talhado, numa área de 80 hectares que concentra nove potentes pegmatitos com água marinha, Rêgo

(1984; 1991) efetuou o mapeamento topográfico e geológico na escala 1:1.000, a cartografia dos trabalhos subterrâneos em escala 1:500 dos principais garimpos, Nova Descoberta (n^o 141), Mina Velha (n^o 138) e Mina do Meio (n^o 144), e sondagens a diamante que confirmaram a continuidade dos corpos em profundidade. Com esses elementos calculou-se as reservas indicadas e inferidas de feldspato dos três jazimentos. Os pegmatitos têm direção geral N30°E e mergulho de 30° a 40°NW e vários deles apresentam eixo com caimento de 5° a 10°SW, enquanto o ortognaisse encaixante tem atitude N30°E/70°-80°SE.

O corpo da Mina do Meio forma uma estrutura braquiantiformal, cujo caimento do eixo na terminação nordeste é de 10° e na terminação oposta é de 5° e o pegmatito Cedro Norte exhibe estrutura dômica (**Foto 14**). Em profundidade, ao longo do mergulho, os pegmatitos exibem ondulações que podem desenvolver bolsões métricos enriquecidos em água marinha.

Os estudos gemológicos de quatro pequenos fragmentos encontrados nos rejeitos dos garimpos, sendo dois fragmentos da Mina Velha (n^o 138) e dois de Nova Descoberta (n^o 141) acusaram boa transparência, as cores variando de azul fraco a forte, ótimo polimento com óxido de cromo, apropriado para confecção de jóias. Mas, as amostras de cristais de berilo colhidas nos rejeitos do garimpo do Jorge (n^o 128) não apresentam qualidade gema, por serem translúcidos a opacos e muito fraturados.

Barreto (1991) estudou os berilos dos jazimentos Jorge (128), Gerimum (133), Mina Velha (138) e Talhado (139), salientando que as cores desses berilos variam de azul a verde amarelado, em cristais de alguns centímetros a 0,5m de comprimento, e muitos deles mostram-se deformados, encurvados e fraturados, com algumas fraturas preenchidas por quartzo. Observou que embora os pegmatitos sejam homogêneos, eles apresentam fácies distintas e de distribuição irregular, como corpos de granulação muito grosseira, de granulação relativamente mais fina, fácies rica em granada, e fácies rica em feldspatos e bolsões de quartzo. Assinalou ainda que a

cor azul intensa da água marinha ocorre pela presença de ferro ferroso e férrico, e do zinco.

5.3.2 Perspectivas Econômicas

A descoberta de água marinha no DESW data de 1943, no município de Tenente Ananias, naquela época denominado de Ipueiras. Mas os trabalhos de garimpagem só foram iniciados em 1954 e intensificaram-se a partir de 1968 (Rêgo, 1991).

No início dos anos 80 mais de 2.000 garimpeiros operavam na área, quando a produção estimada de água marinha no período de outubro/83 a outubro/84 foi da ordem de 800kg, com teor médio inferido de 3g/t de minério, tornando o Rio Grande do Norte o maior produtor nacional da gema. A produção avaliada de berilo industrial foi cerca de 346t, com teor médio de 1,2kg/t de minério (Rêgo, 1991).

Em agosto/83 a imprensa do estado noticiou com destaque a extração de um cristal de berilo na Fazenda Talhado, com 40cm de comprimento e pesando 32,5kg, do qual foram obtidos 15,5kg de água marinha, sendo 3,8kg de qualidade extra, com cor azul forte. Em valores atuais esta quantidade corresponderia a R\$152.000,00, considerando-se o preço unitário de R\$40,00/g.

A partir de 1980 o Governo do Estado passou a fornecer apoio aos garimpeiros, com trator para remover entulho e abrir estrada, instalação de energia elétrica, compressores e martelões. Com a suspensão dos incentivos e o aprofundamento das frentes de garimpagem, na metade da década de 1980, a produção entrou em declínio. Atualmente apenas cerca de uma centena de garimpeiros atuam na área, existindo grande quantidade de rejeito, tanto na superfície como nas galerias e túneis, que também estão parcialmente inundados. A retomada da produção intensiva só é rentável com o uso de equipamentos mineiros e orientação técnica. A grande concentração de corpos mineralizados, separados entre si por distâncias que variam de 50m a 250m, favorece a pesquisa integrada e a implantação de unidades

móveis de lavra e uma instalação central de beneficiamento do minério.

Antes deste projeto só era conhecido um jazimento de esmeralda no Rio Grande do Norte, o qual presentemente está submerso pelas águas do açude Pitombeiras (n^o 125). A partir deste depósito, os trabalhos desenvolvidos por este projeto definiram um *trend* esmeraldífero controlado pela extensa zona de cisalhamento de Portalegre, ao longo da qual já estão registrados mais nove ocorrências e indícios da gema. Sem dúvida, a prospecção detalhada ao longo dessa zona ensejará a descoberta de novos corpos esmeraldíferos.

5.4 Ocorrências em Outras Áreas

Fora das áreas que delimitam os três distritos gemológicos, foram cadastrados 48 jazimentos de pedras preciosas distribuídos em 24 municípios do estado, sendo 33 de água marinha, 6 de ametista, 3 de granada, 3 de esmeralda, 2 de coríndon e 1 de cordierita. Destes municípios, o de Acarí é o que detém o primeiro lugar em quantidade de jazimentos registrados de gemas, perfazendo 10 depósitos, representando 20,8% do total de jazimentos cadastrados nessas áreas, sendo 8 de água marinha e 2 de granada (**Anexo I**).

Dos 24 municípios citados, 16 apresentam apenas um jazimento de gema. Os jazimentos de água marinha do município de Acarí (n^{os} 66 a 73) constam de pegmatitos caracteristicamente encaixados em granito da unidade N_{7e} (**Foto 15**) preenchedores de fraturas de direção N40° - 60°W e mergulho variável de 30°NE a vertical. Eventualmente, o granito apresenta xenólitos lenticulares de dimensões métricas, de rochas máficas de granulação média, exibindo ripas orientadas de anfibólio, as quais também são cortadas por diques pegmatíticos. Os pegmatitos têm extensão aflorante de 50m a 120m, espessura de 2m a 10m, e são constituídos essencialmente de feldspato róseo com textura gráfica e biotita bem desenvolvida em livros. Geralmente encerram bolsões de quartzo leitoso maciço, com manchas róseas. Acessoriamente, ocorrem zonas ricas em albíta, inclusive com textura pertítica, muscovita,

berilo em cristais azuis e verdes centimétricos, cristais centimétricos de schorlita, pequenas massas de tantalita e magnetita, e diminutos cristais de granada.

O pegmatito da Fazenda Canoas (nº 73) foi descrito por Rao et al. (1996) que equivocadamente mencionam biotita-xistos como encaixantes do corpo. Destacam como excelentes as características gemológicas da água marinha, em cristais com 1cm de comprimento e fragmentos com 2cm x 2cm, comparando-as às pedras brasileiras de cor azul médio a claro.

O pegmatito da Mina do Ducado (nº 78) também foi estudado por Rao et al. (1997) sob a designação de Várzea do Serrote, onde identificaram dois tipos de berilos-gema: água marinha em cristais e fragmentos de cor azul claro, transparentes e heliodoro de cor vermelho amarelado a laranja amarelado, na forma de fragmentos com até 8mm de comprimento.

A nordeste do município de Santana do Matos ocorrem pegmatitos com água marinha e nesta área foram cadastrados quatro jazimentos (nºs 9 a 12, **Anexo I**), encaixados em ortognaisses da unidade APgm, localmente granitizados. Os pegmatitos mostram-se fraturados, têm a forma de sills, compostos de feldspato róseo, por vezes em grandes massas, quartzo leitoso, incolor e cinza, biotita e muscovita, além de berilo em cristais centimétricos, alguns parcialmente transformados em água-marinha azul claro. Ainda são observadas esporádicas zonas com albita e raras mas-

sas de pirita. O corpo mais extenso é o de Rodeador (nº 9) com 160m, sendo também o menos espesso, com 1m de possança. O do Cirino (nº 11) é o mais potente, com espessura aparente de 15m.

Foram coletadas onze amostras nos rejeitos dos antigos garimpos para estudos em laboratório, as quais representam dez jazimentos, sendo dez de água marinha e uma de heliodoro. As amostras de quatro jazimentos (nºs 54, 55, 68 e 117) não apresentam qualidade gema em razão, principalmente, da presença de muitas fraturas. Seis amostras foram classificadas como gemas aproveitáveis para lapidação (jazimentos 8, 9, 61, 63, 64, 65). Essas pedras têm cor azul fraco a médio, boa transparência e mostraram excelente polimento com óxido de cromo. Do jazimento da Fazenda Aroeiras (nº 61) foram analisadas duas amostras, uma de água marinha e outra de cor amarelo médio a forte, transparente e classificada de heliodoro. Trata-se de uma gema de boa aceitação no mercado de jóias.

Os três jazimentos de esmeralda, situados nos municípios de Tabuleiro Grande (nº 110), Rafael Fernandes (nº 113) e Marcelino Vieira (nº 119), fazem parte do mesmo *trend* esmeraldífero descrito no DESW, representando o seu prolongamento para norte.

A descrição das outras gemas mencionadas no início deste capítulo, como ametista, granada, coríndon e cordierita, foi apresentada nos subitens correspondentes do item 4 deste relatório, sob o título Principais Gemas do Rio Grande do Norte.

6

Exploração e Comercialização das Gemas

Com exceção de alguns jazimentos de esmeralda e dos jazimentos de coríndon, os demais já foram explorados por garimpagem, alguns apenas superficialmente e outros tiveram continuidade em subsuperfície, através de túneis e galerias. A atividade garimpeira do Rio Grande do Norte é intermitente e geralmente se desenvolve nos anos em que a estiagem é prolongada. Nos anos de "bom inverno", a maioria dos garimpeiros retorna às suas lavouras. Quando há coincidência de período de seca com preços atraentes de um ou mais minerais dos pegmatitos, os trabalhos extrativistas se tornam mais intensos.

A área mineira mais antiga de operação em pegmatitos é aquela correspondente ao Distrito Gemológico Sul, e historicamente obedeceu a ciclos de produção seletiva, tendo início no final da década de 1930, estendendo-se até o término da 2ª Guerra Mundial, quando muitos corpos foram trabalhados para a produção de berilo e tantalita. Posteriormente, com a queda na cotação desses minerais, vários pegmatitos passaram a ser explorados para a produção de caulim e feldspatos, de modo a atender à indústria nacional de cerâmica

branca, sendo esses minerais considerados os de melhor qualidade no país.

Somente a partir de 1985 os pegmatitos do DS começaram a ser trabalhados para a produção de gemas, sobretudo as variedades indicolita, verdelita e rubelita. O período de 1970 a 1985 foi o de maior desenvolvimento da exploração dos pegmatitos portadores de água marinha, concentrados no DCS e DESW, e outros jazimentos dispersos em vários municípios do Estado.

De um modo geral a garimpagem dos pegmatitos é feita com o uso exclusivo de ferramentas manuais e aplicação de explosivo formado por nitrato de potássio misturado com um pouco de óleo combustível. Trata-se de um trabalho penoso, arriscado, persistente e de baixa rentabilidade, em virtude do caráter aleatório dos bolsões mineralizados. Quando os garimpeiros dispõem de equipamentos mecânicos como compressor, martelete, guincho, bomba d'água, os corpos são trabalhados em maior profundidade, rapidez, e os resultados são mais promissores. Tais equipamentos já foram empregados com sucesso

em vários pegmatitos portadores de água marinha de Tenente Ananias e Lajes Pintadas. Esses garimpos, em sua maioria, utilizavam martelos sem jato d'água e como os operadores não usavam máscara protetora contra poeira, muitos deles adoeceram ou morreram de silicose.

Os trabalhos começam com escavações superficiais nos pegmatitos e os blocos desmontados são separados e quebrados com marreta e ponteira na busca de gemas, cristais bem desenvolvidos e outros minerais econômicos. Quando um núcleo ou bolsão de quartzo maciço é encontrado, as escavações são feitas bordejando o núcleo, pois nesta zona de contato, por vezes, ocorrem boas mineralizações.

Ao se deparar com bolsões diferenciados os garimpeiros procuram desmontá-los inteiramente, pois neles geralmente são encontrados belos cristais e maior concentração de gemas. Por este motivo, o avanço das escavações em sub-superfície apresenta um traçado irregular. Muitas aberturas subterrâneas são estreitas, com cerca de 60cm de altura e 50cm de largura. Os cristais de berilo que contêm água marinha são quebrados cuidadosamente para recuperar a gema em fragmentos centimétricos.

A comercialização das gemas é feita em lotes da pedra bruta (**Fotos 16, 17 e 18**); o preço atual da água marinha no local de produção oscila de R\$ 20,00 a R\$ 50,00 o grama, em função da qualidade da pedra e, principalmente, da sua cor. Quanto mais forte a cor azul mais valorizada é a pedra. O peso de cada lote de pedra bruta varia de 100g a 400g e ele consiste de várias pedras com diferentes dimensões, aspectos e valores. Nos anos de grande produção de água marinha em Tenente Ananias e Lajes Pintadas, comerciantes do Rio de Janeiro e de Minas Gerais vinham comprar as pedras nos próprios garimpos. Atualmente, com a baixa produção, os garimpeiros acumulam vários lotes e viajam para vender naquelas praças. Nos dias de feira é comum a presença de garimpeiros oferecendo lotes de pedras, principalmente nas cidades de Tenente Ananias, São Tomé, Parelhas e Equador. Normalmente, do

valor de comercialização do lote de gemas, 10% é destinado ao proprietário da terra (superficiário), 50% ao financiador das operações extrativas e 40% para os garimpeiros que extraíram as gemas. As pedras brutas vendidas são lapidadas nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, transformando-se em jóias com grande valor agregado. Presentemente, o preço da tantalita está mais atraente, e nestas duas últimas cidades o mineral é vendido por R\$ 50,00 a R\$ 60,00/kg.

A cidade de Teófilo Otoni - MG é o maior centro de comercialização de pedras preciosas do país. Os principais parâmetros para aquisição das pedras brutas são a cor e o aproveitamento na lapidação. De um modo geral, o rendimento da lapidação de água marinha é de 20%, ou seja, um quilate por grama de pedra bruta; mas pode alcançar três quilates/grama quando a pedra é totalmente límpida e de bom formato (El-Awar, 1974).

O preço para exportação da água marinha lapidada tem uma variação muito grande em função principalmente da cor. O preço médio das pedras de cor médio a fraco é da ordem de US\$35/quilate, e do tipo boa a extra pode atingir US\$100/quilate; algumas gemas de qualidade excepcional alcançam US\$500/quilate (El-Awar, op. cit). Os tamanhos mais comuns para exportação são de 8 a 18 quilates por pedra, mas o mercado japonês consome gemas de 2 a 12 quilates.

As importações brasileiras de água marinha e turmalinas são insignificantes e estima-se que mais de 90% da produção nacional dessas gemas são destinadas à exportação. A **Tabela 2** mostra a evolução das exportações das referidas gemas no período de 1990 a 1996, onde se observa forte tendência de crescimento de ambas as gemas, sobretudo da turmalina, tanto na forma bruta como lapidada. As quantidades exportadas de água marinha bruta em 1996 foram superiores ao dobro em relação à registrada em 1991, acusando um incremento de 116,7%, enquanto a quantidade de pedra lapidada em 1996 foi o dobro da

Quantidade: t; Valor US\$ 1.000 FOB

ANO	ÁGUA MARINHA				TURMALINAS (1)			
	EM BRUTO		LAPIDADA		EM BRUTO		LAPIDADA	
	QUANT.	VALOR	QUANT.	VALOR	QUANT.	VALOR	QUANT.	VALOR
1990	10	942	(2)	3.911	28	494	(2)	4.115
1991	6	99	(2)	2.862	44	502	1	2.653
1992	8	275	1	1.517	42	276	1	2.217
1993	15	289	6	1.736	32	303	5	2.355
1994	26	388	(2)	2.133	68	1.054	11	3.529
1995	25	550	3	5.334	220	826	7	7.443
1996	13	283	2	5.296	197	967	5	7.389

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 1993 a 1997

(1) Diversos tipos, inclusive schorlita

(2) Inferior a 1 tonelada

Tabela 2 - Exportações de Água Marinha e Turmalinas em Bruto e Lapidadas
Brasil: 1990 - 1996.

exportada em 1992.

Em 1996 a tonelagem exportada de turmalina bruta foi sete vezes maior que em 1990, e a lapidada cresceu cinco vezes em relação a 1991. Entre 1990 e 1996 o preço médio da água marinha bruta variou de um mínimo de US\$14,9/kg em 1994 a um máximo de US\$94,2/kg em 1990, enquanto a lapidada teve menor média de US\$289,3/kg e a maior de US\$2.648/kg em 1996, indicando uma valorização de nove vezes.

O preço médio da água marinha bruta em 1996 (US\$21,7/kg) se manteve aproximadamente estável em relação ao ano anterior, enquanto o preço médio da pedra lapidada cresceu 49%. O preço médio da turmalina bruta atingiu o recorde de US\$17,6/kg no ano de 1990 e o mínimo de US\$3,7/kg em 1995, enquanto o produto lapidado apresentou um máximo de US\$2.653/kg em 1991 e um mínimo de US\$320,8/kg em 1994.

O preço médio da turmalina bruta em 1996 (US\$4,9/kg) teve um acréscimo de 32,4% em relação ao ano anterior e da

lapidada (US\$1.477,8/kg em 1996) aumentou 39%. As variedades lapidadas mais valorizadas foram a rubelita, que acusou US\$1.358/kg no ano de 1995, e verdelita US\$1.113/kg em 1992.

Verifica-se que no período de 1990 a 1996 a quantidade exportada de turmalina bruta cresceu sete vezes, enquanto o preço médio unitário caiu 3,6 vezes. Mas, de 1994 a 1996 a quantidade exportada de peças lapidadas diminuiu 2,2 vezes, enquanto o preço médio unitário aumentou 4,6 vezes.

A relação entre os preços médios unitários da água marinha e da turmalina, bruta e lapidada, em 1996 foi de 1 para 122 e 1 para 301, respectivamente. Se neste ano as gemas primárias fossem exportadas na forma lapidada, as receitas adicionais respectivas seriam de 6,9 milhões de dólares e 58,2 milhões de dólares, admitindo-se um aproveitamento de apenas 20% no processo de lapidação. Este montante corresponderia a 5,1 vezes mais o valor efetivamente exportado naquele ano de água marinha e turmalina beneficiada.

7

Conclusões

Da análise do presente trabalho depreende-se que o Rio Grande do Norte possui potencial gemológico que insere o estado entre os mais importantes do país, não só pela quantidade de jazimentos, mas também pela qualidade e variedade de suas pedras preciosas e semi-preciosas. Ele oferece subsídios que servem de base à implementação de políticas governamentais objetivando o desenvolvimento do setor, bem como para atrair investimentos privados nacionais e estrangeiros.

No estado foram cadastrados 148 jazimentos conhecidos e inéditos de gemas, abrangendo onze espécies distintas: água marinha, turmalinas de diversas cores, esmeralda, ametista, lazulita, granada, coríndon (rubí e safira), berilo para coleção, quartzo róseo, euclásio e cordierita (iolita).

Outras espécies estão registradas na literatura, como amazonita, morganita, heliodoro, mangano-tantalita, brasilianita, allanita, kunzita e ônix.

A **água marinha** é a gema mais abundante no estado, ocupando o segundo lugar as **turmalinas**, e em terceiro a **esmeralda**. A grande maioria desses depósitos está associada a rochas intrusivas do Neo-

proterozóico e relacionada ao ciclo tectonogênico Brasileiro.

Os jazimentos de gemas se distribuem em 28 municípios, sendo que sete deles concentram 73,6% do total de jazimentos cadastrados. Os quatro principais municípios detentores de gemas são Lajes Pintadas, Tenente Ananias, Parelhas e Equador. Os dois primeiros concentram a maioria dos jazimentos de água marinha e nos dois últimos se encontram todos os jazimentos de turmalina.

As gemas têm o pegmatito como a principal rocha hospedeira, reunindo 87,2% do total dos jazimentos. Os outros tipos de hospedeiras são biotitito, onde se alojam as esmeraldas, e veios de quartzo que incluem nove ocorrências de gemas. As encaixantes dos jazimentos são ortognaisses do embasamento, metassedimentos do Grupo Seridó e granitóides porfiríticos. Independente da natureza das encaixantes, as rochas portadoras de gemas não exibem expressão topográfica.

O Rio Grande do Norte tem um grande número de pegmatitos, estando a maior concentração deles na região central do estado, ao longo da Faixa Seridó. Os

pegmatitos são divididos em homogêneos, que são caracterizados por mineralogia simples e uniforme, geralmente estéreis ou fracamente mineralizados, e heterogêneos ou zonados, de mineralogia complexa e normalmente bem mineralizados. Os pegmatitos portadores de gemas representam uma pequena fração desses corpos. A maioria desses corpos se dispõe concordante a subconcordante com a foliação regional das encaixantes e planos de cisalhamento, porém, na região de Parelhas-Ecuador vários deles são discordantes, preenchendo fraturas de distensão.

De um modo geral, os pegmatitos mineralizados em água marinha têm estrutura homogênea, mas eventualmente podem apresentar massas de quartzo leitoso, e em muitos a gema se concentra, preferencialmente em bolsões diferenciados irregulares, de dimensões variáveis, por vezes métricas. Tais bolsões se caracterizam pelo maior desenvolvimento dos feldspatos e micas, veios argilosos enferrujados ou enegrecidos e aparecimento de minerais secundários ou de alteração como albita, cleavelandita, muscovita fina e, mais raramente, fluorita e apatita. Os K-feldspatos podem estar corroídos e os bolsões podem conter cristais bem formados de quartzo hialino, leitoso e enfumaçado. A maioria desses pegmatitos está encaixado em ortognaisses do embasamento, formando *trends* relacionados à zonas de cisalhamento.

A variedade mais comum de turmalina nos pegmatitos é a schorlita, que pode alcançar dimensões decimétricas. A maioria dos pegmatitos mineralizados em turmalinas-gema nas espécimes indicolita, verde-lita, rubelita e bicolor, se apresenta em avançado estágio de caulínização e está encaixado em muscovita quartzito da Formação Ecuador. Esses pegmatitos são mais evoluídos, litíferos, de estrutura geralmente zonada, incluindo grande variedade de minerais acessórios.

O presente trabalho ensejou a descoberta de uma importante faixa esmeraldífera que se estende descontinuamente por mais de 30km na direção NNE-SSW, localizado no extremo sudoeste do estado, estando associada à zonas de cisalhamen-

to que acompanham a extensa falha transcorrente dextral de Portalegre. A tipologia dos depósitos de esmeralda do estado apresenta certas similaridades a de jazidas reconhecidas no Brasil e no mundo.

O Rio Grande do Norte possui três áreas de grande concentração de jazimentos de gemas, reunindo 67,6% do total cadastrado, as quais foram designadas de **Distrito Gemológico Centro-Sul**, **Distrito Gemológico Extremo Sudoeste** e **Distrito Gemológico Sul**. Os dois primeiros são essencialmente berilíferos, e o último, turmalinífero, mas contendo outras espécies gemológicas como lazulita, euclásio, grana, quartzo róseo e água marinha.

O Distrito Centro-Sul abrange uma área de 374km², principalmente no município de Lajes Pintadas, e os pegmatitos mineralizados se dispõem num *trend* NNE com 21km de extensão, controlados por uma zona de cisalhamento que corta ortognaisses.

O Distrito Extremo Sudoeste envolve uma área de 459km² principalmente nos municípios de Tenente Ananias e Paraná; nele inserem-se duas faixas paralelas, uma mineralizada em água marinha, e a outra em esmeralda, ambas encaixadas em terrenos essencialmente de ortognaisses.

O Distrito Sul compreende uma área de 684km² entre as cidades de Parelhas e Ecuador, onde os pegmatitos portadores de gemas estão encaixados nos metassedimentos do Grupo Seridó.

No mapa na escala 1:500.000, em anexo, estão delimitadas sete áreas consideradas de alto a moderado potencial gemológico e seis áreas de moderado a baixo potencial gemológico. As primeiras são as mais favoráveis à prospecção, reunindo grande concentração de jazimentos de gemas. As últimas têm número reduzido de jazimentos de gemas, são contíguas às primeiras e exibem os mesmos controles lito-estruturais. Considerando que a maioria dos jazimentos de gemas estão encaixados nos ortognaisses do Complexo Caicó, os pegmatitos neles contidos são prospectivos, particularmente aqueles controlados

por zonas de cisalhamento. Da mesma forma mostram-se favoráveis os pegmatitos intrusivos na Faixa Seridó e nos granitos porfiríticos da unidade Nye.

A maioria dos jazimentos de gemas já foi objeto de garimpagem através de escavações superficiais dos pegmatitos, principalmente para a produção de água marinha nos municípios de Tenente Ananias e Lajes Pintadas, onde alguns corpos foram trabalhados por aberturas subterrâneas até uma profundidade máxima de 15m. Atualmente a grande maioria dos jazimentos encontra-se inativo, por falta de

recursos e ausência de apoio e incentivo do Governo.

Contudo, existem duas empresas de mineração desenvolvendo pesquisa de turmalina em pegmatitos do município de Parelhas. O expressivo potencial gemológico do estado e a mão-de-obra abundante com experiência na atividade extrativa mineral merecem atenção especial do Governo para retomar a produção, gerando emprego e renda, melhorando as condições sócio-econômicas de regiões extremamente carentes, agravadas pela longa estiagem.

8

Recomendações

Os depósitos de gemas do Estado do Rio Grande do Norte são de dimensões modestas, mas são importantes para mineração de pequena escala, a qual é desenvolvida em várias partes do mundo, propiciando a diminuição de problemas sócio-econômicos, uma vez que a atividade é reconhecida como absorvedora de mão-de-obra, especialmente nos países em desenvolvimento.

O estado dispõe de diversificada matéria-prima mineral, mão-de-obra barata e abundante com experiência no extrativismo mineral e que, atualmente, não conta com qualquer tipo de assistência governamental para promover o desenvolvimento do setor. Apesar disso, a mineração de pequeno porte é responsável por toda a produção de tantalita, columbita, berilo, gemas, mica, cassiterita, feldspato, areia, brita, barita e pedras brutas, e por grande parte da produção de scheelita, caulim, calcário, argila, diatomito e pedra ornamental.

O Rio Grande do Norte já foi grande produtor de água marinha, mas apesar do expressivo potencial, o quadro atual de

produção é muito reduzido, devido ao aprofundamento dos principais depósitos, a descapitalização do pequeno minerador e, principalmente, a falta de incentivos financeiros e apoio técnico por parte do Governo.

A forma como a comercialização de gemas se processa no estado é muito prejudicial à sua economia, pois as vendas são realizadas em bruto, muitas vezes sem qualquer controle fiscal, e essas gemas são beneficiadas e exportadas por outros estados. Assim, o estado desempenha apenas a atividade de maior risco e menor rentabilidade.

Por outro lado, o rendimento da produção é baixo, em razão da natureza rudimentar da atividade extrativa, sem aproveitamento racional do depósito por ausência de pesquisa e mineração organizada.

Diante desses fatos, para modificar o quadro atual de estagnação do setor, promover o seu desenvolvimento e melhorar as condições sócio-econômicas do pro-

dutor e do estado, recomenda-se ao Governo as seguintes linhas de ações:

a) Instituir uma comissão de especialistas para reestudar o extinto Programa de Gemas Nordeste - GENOR (Brasil, 1984) visando a sua adequação e implantação no estado, de modo efetivo e exequível, para gerar emprego e renda, desenvolver a mineração e a racionalização de suas atividades, assim como a valorização dos bens minerais. Com base nesses estudos, instituir o Programa da Pequena Mineração para apoiar, orientar, planejar e fomentar a atividade mineira no estado, celebrando convênios e parcerias com diversas entidades afins, e captando recursos de instituições financeiras como o BNB e BNDES;

b) Implantar um Centro de Gemologia em Natal, podendo-se tomar como referências os centros existentes em Minas Gerais, Bahia e no campus de Campina Grande - PB. O referido centro poderia ser instalado no Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET), uma vez que ele já dispõe de laboratório de Gemologia e de museu de mineralogia. O centro teria como atribuições promover cursos de especialização em lapidação, *design* de jóias, peças de bijuteria e artesanato mineral. Desenvolver pesquisas nos processos de corte, abrasão e polimento, essenciais à viabilização econômica de muitas espécies, bem como para otimizar o valor da pedra lapidada, desestimulando a sua venda na forma bruta. Promover estudos de mercado, exposições e catálogos das pedras produzidas no estado. Com base nessa estrutura técnica e operacional, empreender estudos para a implantação de projetos integrados de mineração, em regime de parceria com cooperativas mineiras e entidades afins, incluindo prospecção, lavra, beneficiamento, industrialização e comercialização de gemas lapidadas, dessa forma assegurando o suprimento regular de matéria-prima para o centro. Este centro poderá ser desenvolvido em parceria com o SEBRAE, SENAI, UFRN e outras entidades. Aproveitar a experiência do SEBRAE é muito importante, pois a entidade implantou em Brasília, com o apoio de bancos privados,

uma escola de artesanato mineral visando a formação de mão-de-obra qualificada e a oferta de produtos nos mercados interno e externo. Sobre matéria-prima para confecção de peças artesanais e bijuterias, merece citação, além dos minerais de pegmatitos, a grande variedade de minerais coloridos, como a calcita, granada, diopsídio, epidoto, vesuvianita, rodonita, fluorita, etc., encontrados em numerosos tactitos ou escarnitos do Rio Grande do Norte. As minas de scheelita do município de Currais Novos são um celeiro desses minerais. Vale registrar que, atualmente, os *designers* de pedras e joalheiros têm lançado no mercado, e com grande aceitação, muitas novidades em pedras de diferentes formatos, cores variadas como vermelha, rosa, azul, amarela e marrom ou preta, de grande efeito visual, que vem despertando interesse em diversos países. As peças são também atraentes pelo preço bem menor que o diamante, porque são trabalhadas com turmalinas, citrino, entre outras, sob a forma de anéis, pulseiras, colares, brincos, gargantilhas e pingentes;

c) Reativar ou implantar cooperativas de pequenos mineradores nas áreas de maior concentração de jazimentos de gemas como Tenente Ananias, Parelhas e Lajes Pintadas, oferecendo assistência técnica e financeira aos seus integrantes, e mantendo estreita ligação com o Centro Gemológico. Nessas áreas o controle da produção e a lavra simultânea em diversas frentes são facilitadas pela proximidade dos corpos mineralizados, permitindo rápido acesso e deslocamento de equipamentos, além de favorecer a instalação de uma única unidade central de beneficiamento;

d) Selecionar pegmatitos mineralizados em gemas objetivando o seu aproveitamento integral, incluindo os minerais essenciais e acessórios, recuperando estes últimos através de cata seletiva. A análise de mercado e estudo de viabilidade econômica preliminar de aproveitamento dos minerais estruturais de pegmatitos da Província da Borborema mostrou-se exequível para alguns corpos de natureza heterogênea (Bezerra et al., 1994);

e) Considerando o baixo nível de conhecimento geológico da faixa esmeraldífera do estado e a importância econômica desta gema, propõe-se a criação de um projeto específico para avaliação dessa faixa, compreendendo uma área de 175km², sendo 35km de extensão e 5km de largura, ao longo da zona de cisalhamento Portalegre. A área tem como limite sul a cidade de Paraná, e limite norte a borda sul do açude Pau dos Ferros;

f) Considerando-se que muitas jazidas brasileiras de água marinha são detriticas, derivadas de pegmatitos, recomenda-se a prospecção de aluviões e eluviões nos distritos gemológicos Centro-Sul e Extremo Sudoeste, que constituem áreas de maior concentração de jazimentos desta gema. Essa investigação poderá resultar na descoberta de depósitos secundários, como também de novos jazimentos primários.

9

Referências Bibliográficas

- ADUSUMILLI., M. S.; CASTRO, C. de; MILLIOTTI, C.A.; RAO, A. B. Precious elbaïtes from Fazenda Capoeira pegmatite, NE Brasil. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 15, 1993, Natal. **Atas**. Natal: SBG, 1993. 382p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 13) p.142. 144.
- AGUIAR, A. P.; RÊGO, J. M.; SALIM, J.; SOUZA, G. M. Programa de apoio ao pequeno minerador no Rio Grande do Norte: avaliação e perspectivas. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 12, 1986, João Pessoa. **Atas**. João Pessoa: SBG, 1986. 556p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 10) p. 404-413.
- AMARAL, C. A. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**: carta geológica, carta metalogenética/previsional - Escala 1:100.000 (Folha SB.25-V-C-IV João Câmara) Estado do Rio Grande do Norte. Brasília: DNPM/CPRM, 1990. 88p. il. 2 mapas.
- ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO 1993. Brasília: DNPM, v.22, 1993. 452p.
- ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO 1994. Brasília: DNPM, v.23, 1994. 399p.
- ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO 1995. Brasília: DNPM, v. 24, 1995. 450p.
- ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO 1996. Brasília: DNPM, v.25, 1996. 457p.
- ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO 1997. Brasília: DNPM, v.26, 1997. 393p.
- ARCHANJO, C. **Fabriques de plutons granitiques et la déformation crustale du Nord-Est Brésil**. France, 1993. 167p. These (Doctorat) - Univ. Toulouse III, 1993.
- ARGENTIÈRE, R. Um estudo geo-econômico do berilo, especialmente o berilo do Nordeste. Rio de Janeiro. **Mineração Metalurgia**, v. 40, nº 385, p. 32 - 37, abr. 1977.

- BARBOSA, A. J.; BRAGA, A. P. G. **Projeto leste da Paraíba e Rio Grande do Norte**. Relatório final. Folha SB.25-V-C. Recife: DNPM/CPRM, 1974. 4v. v.1. Mapas.
- BARRETO, S. B. **Caracterização químico-mineralógica dos berilos de Tenente Ananias – RN**. Recife, 1991. 194p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 1991.
- BEZERRA, M. S.; CARVALHO, V. G. D.; NESI, J. R. **Caracterização e mercado dos minerais de pegmatitos da Província da Borborema**. Recife: CPRM, 1994. 116p. (Série Recursos Minerais, 5).
- BRASIL DNPM. **Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Norte**. Brasília: DNPM/UFRN/PETROBRÁS/SINTEC-RN, 1998. Escala 1:500.000.
- BRASIL GENOR. **Programa gemas no Nordeste, ação e desenvolvimento**. Recife: SUDENE, 1984. 40p. (Série Gemologia, nº 1).
- CASSEDANNE, J. P. Tipologia das jazidas brasileiras de gemas. In: Brasil DNPM. **Principais depósitos minerais do Brasil**. Brasília, 1991. 4v. v.4 Parte A p.17 - 49.
- CASSEDANNE, J. P.; SAUER, A. D. Classification of the gemstone deposits in Brazil. In: INTERNATIONAL GEMOLOGICAL CONFERENCE, 21, 1987, Rio de Janeiro. **Transactions...** Rio de Janeiro: IGC, 1987. p.7 – 20.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Projeto cadastramento dos corpos pegmatíticos, mármores e granitos do Rio Grande do Norte**. Relatório Final. Natal: CDM/SUDENE, 1989. 10v.
- DINIZ, R. F.; CARVALHO, O. O. **Relatório parcial de berilo e tantalita-columbita. Processo DNPM nº 840.042/85. Alvará de Pesquisa nº 3.909, D. O. U. 31/07/86**. Natal: CDM, 1989. 22p. + mapas. Inédito.
- DINIZ, R. F.; NESI, J. R. Sinopse das ocorrências de minerais-gemas no Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, 1990, Natal. **Anais**. Natal: SBG, 1990. 6v. v.3 p.1414-1424.
- EL-AWAR, S. M. Comercialização das águas marinhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: SBG, 1974. 7v. v. 7 p. 215-218.
- FARIAS, C. C. Sobre as turmalinas do “Alto” Boqueirão, Parelhas, RN. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8, 1977, Campina Grande. **Atas**. Campina Grande: SBG, 1977. 499p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 6) p.467-477.
- FERREIRA, C. A. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Caicó. Folha SB.24-Z-B. Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1998. 152p. il. 2mapas.
- FERREIRA, C. A.; HORIKAWA, Y.; SILVA, S. M. P. **Projeto cadastramento dos recursos minerais do Rio Grande do Norte**. Relatório Final. Recife: CPRM/Governo do Rio Grande do Norte, 1977. 5v.
-

- FERREIRA, J. A. M. **Caracterização gemológica e estudo geo-econômico de espécies raras de minerais gemas do Alto Mirador, Rio Grande do Norte**. Belo Horizonte, 1984. 51p. Curso (Especialização em Gemologia), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 1984. Inédito.
- FERREIRA, J. A. M. Gemas raras do Seridó: euclásio. São Paulo, **Jornal das Pedras**, nº 11, p. 24-29, set. 1997.
- FORTES, F. P. **Mapa geológico da Bacia Potiguar (1:100.000); a origem da bacia mesozóica do Apodi como decorrência do ciclo tecto-origênico Brasileiro**. Natal: PETROBRAS, DEPEX. 1987. (Boletim Interno).
- FRANCO, R. R. Importância dos minerais-gema para o Brasil. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 14 jan. 1979.
- JARDIM DE SÁ, E. J. **Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na Cadeia Brasileira/Pan-Africana**. Brasília, 1994. 803p. (Tese de Doutorado, 3) Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 1994.
- JOHNSTON Jr, W. D. **Os pegmatitos berilo-tantalíferos da Paraíba e Rio Grande do Norte, no Nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro: DNPM/DFPM, 1945. 85 p. (Boletim, 72).
- LACERDA FILHO, J.; REZENDE, A.; RIBEIRO FILHO, W. **Gemas do Estado de Goiás**. Goiânia: METAGO/CPRM, 1998. 77p.
- LEITE, W. A. **Pesquisa de minerais opacos de valor gemológico: lazulita**. Belo Horizonte, 1984. 54p. Curso (Especialização) em Gemologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 1984. Inédito.
- LEGRAND, J. M.; MELO Jr., G.; ARCHANJO, C. J.; SALIM, J.; SOUZA, L. C.; MAIA, H.N. Mineralizações na faixa Seridó: um processo hidrotermal do fenômeno tectono-magmático Brasileiro. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 15, 1993, Natal. **Atas**. Natal: SBG, 1993. 382p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 13) p.185-188.
- LIMA, E. A. M. et al. **Projeto scheelita do Seridó**. Relatório final. Recife: DNPM/CPRM, 1980. 35v. il. v.7.
- LIMAVERDE, J. A. **Produção, industrialização e comércio de gemas no Nordeste**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil S. A / ÉTENE, 1980. 132p.
- NESI, J. R. A implantação do cooperativismo mineiro e a sua atuação no Estado do Rio Grande do Norte. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 10, 1981, Recife. **Atas**. Recife: SBG, 1981. 513p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 8) p.162-167.
- NETO, M. T. C. **Relatório técnico de minerais-gemas da meso-região agreste**. Natal: SEBRAE/ETFRN, 1996a. 3v. Inédito.
- NETO, M. T. C. **Relatório técnico de minerais-gemas da meso-região oeste**. Natal: SEBRAE/ETFRN, 1996 b. 19p Inédito.
- OLIVEIRA, N. S. M. **Gemas no Brasil: mineralogia, gênese e ocorrências**. Ouro Preto, 1990. 57p. Monografia Curso de Pós-Graduação em Gemologia, Escola de Minas de Ouro Preto, 1990. Inédito.

- OLIVEIRA, N. S. M. **Os pegmatitos Capoeira (RN):** mineralogia, classificação e considerações genéticas. Belo Horizonte, 1996. 145p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.
- OLIVEIRA, W. D.; RÊGO, J. M. **Relatório final de pesquisa. Área do Sítio Mulungu. Processo DNPM nº 840.030/87.** Natal: CDM, 1992. 24p. + mapas. Inédito.
- PEREIRA, L. S.; BRASIL, R. C. O. Geoquímica de micas e feldspatos dos pegmatitos Capoeira e Mamões (RN). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40, 1998, Belo Horizonte. **Anais.** Geologia e desenvolvimento. Belo Horizonte: SBG, 1998. 529 p. p. 282.
- RAO, A. B.; ADUSUMILLI, M. S.; CASTRO, C. Diagnostic characteristics of the aquamarine deposit of Canoas, Acari, RN State, Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, 1996, Salvador. **Anais.** Salvador: SBG, 1996. 7v. v.3 p.197-200.
- RAO, A. B.; ADUSUMILLI, M. S.; CASTRO, C. Evolution and exploration of gems beryls from Varzea do Serrote pegmatite, RN State, Brazil. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 17, 1997, Fortaleza. **Resumos expandidos.** Fortaleza: SBG, 1997. 537p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 15) p.414-418.
- RÊGO, J. M. Depósito de água marinha da região de Tenente Ananias, Rio Grande do Norte. In: Brasil DNPM. **Principais Depósitos Minerais do Brasil.** Brasília, 1991. 4v. v.4, Parte A, p.327-337.
- RÊGO, J. M. Pegmatitos mineralizados em água-marinha na região de Tenente Ananias, RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro. **Anais.** Rio de Janeiro: SBG, 1984. 12v. v.10 p.5040-5048.
- ROLFF, P. A. M. A. **Geologia da província tântalo-glucínifera da Borborema.** Rio de Janeiro: DNPM/DFPM, 1945. 72p. (Boletim 73) p.33 - 72.
- ROLFF, P. A. M. A. **Minerais dos pegmatitos da Borborema.** Rio de Janeiro: DNPM/DFPM, 1946. 76p. (Boletim 78) p. 25-76.
- ROY, P. L.; DOTTIN, O.; MADON, H. L. **Estudo dos pegmatitos do Rio Grande do Norte e da Paraíba.** Recife: SUDENE, 1964. 129p. (Brasil SUDENE. Série Geologia Econômica, 1).
- SALIM, J.; BRASIL, R. C. O. Alteração hidrotermal em pegmatito da Faixa Seridó (RN). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40, 1998, Belo Horizonte. **Anais.** Geologia e desenvolvimento. Belo Horizonte: SBG, 1998. 529p. p. 118.
- SALIM, J.; BRASIL, R. C. O. Pegmatitos da Faixa Seridó (RN). In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 17, 1997, Fortaleza. **Resumos expandidos.** Fortaleza: SBG, 1997. 537p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 15) p. 470-474.
- SANTANA, A. J.; MOREIRA, M. D.; COUTO, P. A. A. **esmeralda de Carnaíba e Socotó, Bahia:** geologia e potencialidade econômica. Salvador: CBPM, 1995. 26p. + mapa.
- SCHWARZ, D. **Esmeraldas, inclusões em gemas.** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, Imprensa Universitária, 1987. 438p.
- SCORZA, E. P. **Província Pegmatítica da Borborema.** Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 1944. 57p. (Boletim 112).
-

SEPLAN/IDEC. **Plano de desenvolvimento sustentável do Estado do Rio Grande do Norte**. Natal: Secretaria de Planejamento do Estado do Rio Grande do Norte, 1997. 180p.

SILVA, M. R. R.; DANTAS, J. R. A. Província pegmatítica da Borborema -Seridó, Paraíba e Rio Grande do Norte. *In*: Brasil DNPM. **Principais Depósitos Minerais do Brasil**. Brasília, 1997. 4v., v.4, Parte B, p. 441-467.

SILVA, M. R. R. **Petrographical and geochemical investigations of pegmatites in the Borborema Pegmatitic Province of Northeastern Brazil**. München, 1993. 307p. Tese (Doutorado) - Universität München, Fakultät für Geowissenschaften, 1993.

VASCONCELOS, F. J. C. **Ocorrência de esmeralda em Pitombeiras, município de Paraná, Estado do Rio Grande do Norte**. Belo Horizonte, 1984. 36p. Curso - (Especialização) em Gemologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 1984. Inédito.

10

Documentação Fotográfica



Foto 1 - Berilo com água marinha no quartzo do pegmatito Rabo Gordo, município de Tenente Ananias. Jazimento nº 143.



Foto 2 - Biotitito máfico hospedeiro da esmeralda em contato com rocha milonitizada (clara), da Fazenda Albuquerque de Fora, município de Tenente Ananias. Notam-se *boudins* de milonito félsico englobado pelo biotitito. Jazimento nº 121.



Foto 3 - Cristal de berilo azulado (30cm x 10cm) no quartzo do pegmatito da Fazenda Tapera II, município de Lajes Pintadas. Jazimento nº 37.



Foto 4 - Cristais de schorlita no quartzo do pegmatito da Fazenda Capoeira, município de Parelhas. Jazimento nº 79.



Foto 5 - Bloco de lazulita com 20cm de diâmetro, associado a quartzo e muscovita, e incluindo uma massa de tantalita. Pegmatito da Fazenda Carnaúba dos Bezerras, município de Parelhas. Jazimento nº 86.

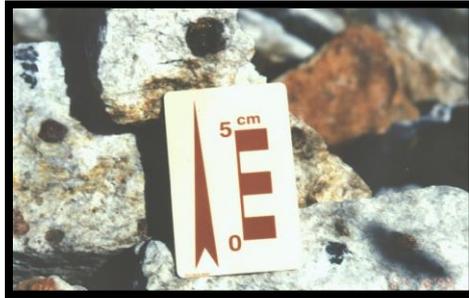


Foto 6 - Cristais de granada em *sill* granítico com silimanita e plagioclásio. Fazenda Cajueiro, município de Acará. Jazimento nº 75.



Foto 7 - Contato brusco e discordante do pegmatito com espessartita gema, e muscovita quartzito da Formação Equador. Fazenda Mirador, município de Carnaúba dos Dantas. Jazimento nº 76.



Foto 8 - Afloramento de fucsita xisto hospedeiro de rubí. Sítio Alto do Balanço, município de Antônio Martins. Jazimento nº 114.



Foto 9 - Veio de quartzo impregnado de cordierita-gema, encaixado em biotita xisto da Formação Seridó. Fazenda Suçuarana, município de Parelhas. Jazimento nº 77.



Foto 10 - Pegmatito caulinizado com turmalina-gema, encaixado em muscovita quartzito da Formação Equador. Garimpo do Gregório, município de Equador. Jazimento nº 97.



Foto 11 - Cristais de indicolita e rubelita em albita do pegmatito Capoeira II, município de Parelhas. Jazimento nº 81.



Foto 12 - Cristais de apatita azul do pegmatito Capoeira I, município de Parelhas. Jazimento nº 79.



Foto 13 - Trincheira de exploração do pegmatito Cabeço do Boqueirão, município de Parelhas. No centro, observa-se núcleo de quartzo maciço leitoso, e no entorno, setor lavrado que produziu berilo e tantalita (zona III). Jazimento nº 82.

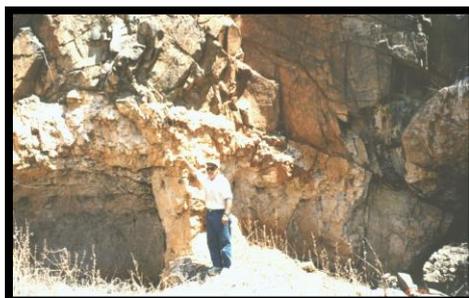


Foto 14 - Pegmatito com estrutura dômica mineralizado em água marinha. Garimpo Cedro Norte, município de Tenente Ananias. Jazimento nº 145.



Foto 15 - Afloramento de granito porfirítico Nye incluindo xenólito máfico cortado por pegmatito. O granito é encaixante de vários pegmatitos mineralizados em água marinha. Sítio Saco do Pereiro, município de Acarí. Jazimento nº 68.



Foto 16 - Lote de água marinha do pegmatito Mina Velha, município de Tenente Ananias. Jazimento nº 138.



Foto 17 - Lote de verdelita do pegmatito da Fazenda Turmalina, município de Equador. Jazimento nº 98.



Foto 18 - Lote de indicolita e rubelita do pegmatito Garimpo Bolandeira, município de Equador. Jazimento nº 96.
