



Universidade Federal do Pará
Centro de Geociências
Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**ESTUDOS MINERALÓGICOS EM DIAMANTES, SÃO JOÃO DO
ARAGUAIA, PARÁ**

TESE APRESENTADA POR

HELMUT HÖHN

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em
Ciências na Área de GEOQUÍMICA E PETROLOGIA.

Data de Aprovação: 29.08.2000

Comitê de Tese:

.....
MARCONDES LIMA DA COSTA (Orientador)

.....
RAIMUNDO NETUNO NOBRE VILLAS
.....
MÁRIO LUIZ SÁ CARNEIRO CHAVES

AGRADECIMENTOS

Expresso os meus sinceros agradecimentos à todas as instituições e pessoas que, com a sua colaboração, tornaram possível o desenvolvimento deste trabalho:

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de Bolsa de Estudo.

À Universidade Federal do Pará, em especial à Pró-Reitoria de Ensino e Pesquisa (PROESP),

Ao Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica do Centro de Geociências pela infra-estrutura em Belém, auxílio financeiro para as viagens de campo, acesso aos laboratórios e pela oportunidade.

Ao Professor Dr. Marcondes Lima da Costa, pela orientação, compreensão, paciência e decidido apoio durante todo o desenvolvimento do trabalho. Agradeço também o auxílio financeiro para viagens ao campo e análises de MEV, catodoluminescência e microsonda.

Ao Prof. Dr. Rômulo Angélica, pelas discussões proveitosas e pelas bibliografias. Aos Professores: Dr. Dall'AgnoI, Dr. Basile, Dr. Netuno, Dr. Fenzl, Dr. Ramos, Dr. Scheller e M. Sc. Vaquera pelos ensinamentos e discussões que enriqueceram o trabalho. À geóloga Walmeire, pelo apoio no laboratório de difração de raio-X da UFPA. Ao chefe do laboratório de química, Natalino, pela ajuda nas análises.

Aos Professores Dr. Léo Hartmann e Dr. Marcos Vasconcelos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo apoio e interesse na realização das análises de catodoluminescência e microsonda. À operadora da microsonda, física Cintia, pela eficiência.

À Prof^a. Dr^a. Ana Maria Maliska, do Laboratório de Materiais da Universidade Federal de Santa Catarina pelo grande incentivo na realização das análises de microscópio eletrônico de varredura. Ao operador, estudante de engenharia Pablo, pela paciência.

Ao Prof. Dr. Reinhard Wegner da Universidade Federal de Campina Grande/PB pelas aulas sobre diamantes e pelas fotografias cedidas.

Ao sempre cordial e amigo Sr. E. Steinfeld da CINDAM no Rio de Janeiro, pela avaliação dos diamantes de São João do Araguaia.

Ao geólogo Fernando Lemos do DNPM/ Belém e ao gemólogo Dr. Collyer, pelas bibliografias cedidas.

Ao colega geólogo Pedro L. Jacobi da RTZ, pelas informações.

Aos integrantes do grupo de estudo de mineralogia, geólogos Elias Leão, Carlos Cassini, Rosiney Araujo, engenheiro Oscar Choque e à arquiteta Ana Resque pelas discussões que enriqueceram o trabalho. Agradecimentos especiais ao geólogo Daniel Sousa, pelas aulas de computação e diagramação.

Aos colegas de mestrado, geóloga Maria do Carmo, químico Nestor, químico Henrique, geólogo Jesus, pelos incentivos e amizade demonstrados.

Ao lapidário José Souza pela amizade e pelo competente trabalho realizado.

Aos funcionários do Centro de Geociências da UFPA, da secretaria de Pós - Graduação, às bibliotecárias: À todos, meu sincero obrigado.

Ao garimpeiro e grande amigo César, aos mergulhadores Goiano, Raimundinho, Simplício, pelo companheirismo e cordialidade. Ao dono da balsa *Chico Ourives*, sr. Alton Arraes, pela amizade, livre acesso e apoio. Ao mergulhador Simplício Filho, que perdeu a sua vida na arriscada coleta das amostras de diamante, expresso meus sentimentos de gratidão e respeito.

Homenagem póstuma especial é prestada ao Prof. Dr. Walter Schuckmann, eminente mineralogista, Professor da Universidade Federal do Pará, que tão prematuramente nos deixou.

***“Muitas pedras se parecem com o diamante,
mas o diamante não se parece
com nenhuma delas”***

(ditado anônimo ouvido nas balsas de garimpo no rio Tocantins/PA)

SUMÁRIO	
AGRADECIMENTOS	p. i
EPÍGRAFE	iii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vii
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO	3
1.1. APRESENTAÇÃO	3
1.2. OBJETIVOS	3
1.3. LOCALIZAÇÃO E ACESSO	4
2. CONTEXTO GEOTECTÔNICO, GEOMORFOLÓGICO E FÍSIOGRÁFICO	5
2.1. CONTEXTO GEOTECTÔNICO	5
2.1.1. Geologia Regional	5
2.1.2. Geologia Local	6
2.2. GEOMORFOLOGIA, SOLOS E VEGETAÇÃO	11
2.2.1. Geomorfologia	11
2.2.2. Solos	13
2.2.3. Vegetação	13
2.3. CONTEXTO FÍSIOGRÁFICO	14
2.3.1. Contexto Geral	14
2.3.2. Bacia dos rios Araguaia – Tocantins	15
2.3.3. Parâmetros físico-químicos dos rios Araguaia – Tocantins	17
3. O DIAMANTE	19
3.1. INTRODUÇÃO	19
3.2. ASPECTOS HISTÓRICOS	19
3.3. PROPRIEDADES	21
3.4. IMPUREZAS E INCLUSÕES	23
3.5. MODOS DE OCORRÊNCIA	25
3.5.1. Depósitos em rochas vulcânicas	26
3.5.2. Depósitos secundários	28
3.6. DIAMANTES SINTÉTICOS	29
3.7. IMITAÇÕES DE DIAMANTES (SIMULANTES)	31
3.8. ASPECTOS ECONÔMICOS	31
3.9. MINERAIS INDICADORES E ACOMPANHANTES	32
4. METODOLOGIA DE ESTUDO	36
4.1. LEVANTAMENTO DE DADOS	36
4.2. TRABALHOS DE CAMPO	36

	p.
4.2.1. Período	36
4.2.2. Entrevistas	36
4.2.3. Levantamento dos garimpeiros trabalhando atualmente	36
4.2.4. Mapeamento geológico expedito	37
4.2.5. Amostragem de diamante e minerais indicadores/acompanhantes	37
4.2.5.1. Metodologia de amostragem	38
4.2.5.2. Tratamento das amostras no campo	40
4.3. TRABALHOS DE LABORATÓRIO	41
4.3.1. Diamante	41
4.3.2. Minerais indicadores/acompanhantes	41
4.3.2.1. Preparação das amostras para análise por DRX	42
4.3.2.2. Preparação das amostras para análise por MEV/EDS	42
4.3.3. Análises mineralógicas por difração de raios-X	42
4.3.4. Análises mineralógicas por MEV/EDS	43
4.3.5. Análises por catodoluminescência (CL)	44
5. RESULTADOS OBTIDOS	46
5.1. INTRODUÇÃO	46
5.2. DADOS HISTÓRICOS SOBRE OS DIAMANTES DE S. J. DO ARAGUAIA	46
5.2.1. Introdução	46
5.2.2. Modo de ocorrência	48
5.2.3. Descrição dos diamantes produzidos	50
5.2.3.1. Peso	50
5.2.3.2. Qualidade	51
5.2.3.3. Cores	52
5.2.3.4. Quantidades	52
5.2.3.5. Mineração informal (garimpeiros)	54
5.2.3.6. Mineração formal (empresa de mineração)	57
5.3. ENTREVISTAS	62
5.4. GARIMPEIROS TRABALHANDO ATUALMENTE	62
5.5. MAPEAMENTO GEOLÓGICO EXPEDITO	62
5.6. NOVAS OCORRÊNCIAS DE DIAMANTE	64
5.7. DIAMANTES DE S.J. DO ARAGUAIA	65
5.7.1. Características mineralógicas	65
5.7.2. Resultados estatísticos	75
5.7.3. Avaliação	77
5.7.4. Inclusões	77
5.7.5. Imagens e análises por catodoluminescência (CL)	82
5.8. MINERAIS INDICADORES /ACOMPANHANTES	86
5.8.1. Introdução	86
5.8.2. Cianita	86
5.8.3. Corindon	86
5.8.4. Crisoberilo	91
5.8.5. Estauroлита	92

5.8.6. Florencita	p.
5.8.7. Granadas	92
6. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES	94
6.1. DIAMANTE DE S. J. ARAGUAIA	97
6.2. MINERAIS INDICADORES/ACOMPANHANTES	97
6.2.1. Introdução	100
6.2.2. Cianita	100
6.2.3. Corindon	101
6.2.4. Crisoberilo	101
6.2.5. Estaurolita	102
6.2.6. Florencita	102
6.2.7. Granadas	102
6.3. COMENTÁRIOS E SUGESTÕES	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
GLOSSÁRIO DE TERMOS GARIMPEIROS	108

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

	P.
Figura 1 – Mapa de localização e acesso	4
Figura 2 – Mapa geológico simplificado	7
Figura 3 – Coluna estratigráfica	9
Figura 4 – Estrutura do diamante	22
Figura 5 – Algumas formas do diamante	23
Figura 6 – Diamantes no seu caminho desde o diatrema até o oceano	29
Figura 7 – Local da amostragem	37
Figura 8 – Balsa utilizada na amostragem de diamantes	39
Figura 9 – Mergulhador responsável pela amostragem	39
Figura 10 – Concentrador de amostras	40
Figura 11 – Equipamento de Difração de Raio-X (UFPA)	43
Figura 12 – Equipamento de MEV/EDS (UFSC)	44
Figura 13 – Microsonda e catodoluminescência (UFRGS)	45
Figura 14 – Principais aluviões diamantíferos	49
Figura 15 – Bloco de conglomerado ferrífero	50
Figura 16 – Telegrama acusando a empresa Caeté – Mirim S.A.	53
Figura 17 – Balsa de garimpeiros	55
Figura 18 – Mergulhadores (escafandristas)	55
Figura 19 – Mergulhador (escafandrista)	56
Figura 20 – Apuração manual de diamantes	56
Figura 21 – Telegrama ao Exmo. Sr. Pres. da República	58
Figura 22 – Balsas de produção	60
Figura 23 – Balsas com sondas	60
Figura 24 – Planta de concentração	61
Figura 25 – Barragens improvisadas	61
Figura 26 – Afloramento de conglomerado ferrífero	63
Figura 27 – Afloramento histórico de conglomerado ferrífero	63
Figura 28 – Novas ocorrências	64
Figura 29 – Diamantes coletados em S. J. do Araguaia	72
Figura 30 – Fluorescência azul em um diamante	74
Figura 31 – Variação relativa dos pesos dos diamantes	75
Figura 32 – Variação relativa das cores nos diamantes	75
Figura 33 - Fluorescência	76
Figura 34 - Variação relativa das formas cristalinas	76
Figura 35 - Classificação	77
Figura 36 - Inclusões	78
Figura 37 - Inclusão primária, provável olivina (MEV/EDS)	79
Figura 38 - Inclusão primária, provável magnésio cromita (MEV/EDS)	80
Figura 39 - Cristais em uma inclusão alterada. H94	81
Figura 40 - Composição química. H94 (MEV/EDS)	81
Figura 41 - Cristais em uma inclusão alterada.H99	82
Figura 42 - Composição química. H99 (MEV/EDS)	82

	p.
43 - Esboço do diamante H242	83
44 - Diamante 242, detalhe XBA1B	84
45 - Diamante 242, detalhe XBA1A	84
46 - Diamante H242, imagem composta (CL)	85
47 - Cianita (DRX)	86
48 - Corindon, variedade rubi	87
49 - Corindon, variedade rubi (DRX)	88
50 - Corindon, variedade rubi (MEV/EDS)	88
51 - Corindon variedade safira azul	89
52 - Corindon variedade safira azul (DRX)	89
53 - Corindon variedade safira rósea	90
54 - Corindon variedade safira rósea (MEV/EDS)	90
55 - Crisoberilo, imagem e DRX	91
56 - Estaurolita (DRX)	92
57 - Florencita (DRX)	93
58 - Florencita (MEV/EDS). Aumento 20x	93
59 - Florencita (MEV/EDS). Aumento 10.000x	94
60 - Granada almandina	95
61 - Granada almandina (DRX)	95
62 - Granada almandina (MEV/EDS)	96

TABELAS

Tabela 1 – Exemplos de diamantes com nomes próprios	p. 19
Tabela 2 – Propriedades químicas e físicas do diamante	21
Tabela 3 – Classificação dos diamantes produzidos	51
Tabela 4 – Produção de diamantes na região de Marabá	54
Tabela 5 – Características mineralógicas dos diamantes de S.J. do Araguaia	65
Tabela 6 – Fluorescência nos diamantes	73

RESUMO

O trecho do Baixo Rio Tocantins compreendido entre as cidades de São João do Araguaia e Tucuruí, situado na borda oriental do Craton Amazônico em passado recente (aprox. 1936 a 1965) foi uma das mais ricas regiões produtoras de diamantes do país. Não existem registros de gemas famosas mas os diamantes minerados tinham boa aceitação no mercado, caracterizando-se por serem relativamente pequenos (raros maiores de 1ct) e apresentarem predominância de cores amareladas e morfologia externa na maioria das vezes desgastada. A proporção de diamantes qualidade gema em relação à pedras de menor qualidade é dita de 90%. O maior diamante encontrado teria sido de 51 ct (gema). Atualmente a atividade de garimpagem está praticamente extinta.

Durante o desenvolvimento do presente trabalho, diamantes aluvionares coletados nos anos de 1996 e 1997 em São João do Araguaia/PA foram caracterizados mineralogicamente e submetidos à análise por CL. Algumas inclusões, encontradas nesses diamantes, foram analisadas por meio de MEV/EDS. Juntos com o diamante, identificados por meio de DRX e MEV/EDS, foram encontrados os minerais cianita, corindon, nas variedades rubi, safira azul, rósea e incolor, crisoberilo, estauroлита, fosfato do gupo gorceixita-crandalita e granada. O peso predominante entre os diamantes coletados varia de 0,5 a 0,75ct. A cor mais freqüente é o amarelo, as formas cristalinas que mais se destacam são os dodecaedros, aproximadamente 2/3 dos cristais apresentam fluorescência, preferencialmente em tons azuis, ocorrendo também verde pálido. O valor médio dos diamantes coletados foi avaliado em US \$ 100 por quilate.

Inclusões hospedadas por diamantes de S.J. Araguaia podem ser relacionadas à suíte ultramáfica. Em um diamante, a análise por CL revelou uma estrutura simétrica, formada por bandas alternadas escuras (provavelmente enriquecidas em boro) e claras (provavelmente enriquecidas em nitrogênio), indicando um ambiente geoquímico de formação do cristal calmo e com aportes regulares de nutrientes com uma composição variada.

As amostras coletadas em São João do Araguaia aparentemente representam uma mescla de duas populações diferentes de diamantes. Uma primeira, cujos integrantes foram sujeitos à fortes condições de corrosão e dissolução atuantes no meio magmático durante o seu *emplacement*. Corresponderiam a essa população, provavelmente relacionável à Formação Poti, a maioria dos diamantes extraídos na “época rica” do garimpo. Uma segunda população, cujos componentes aparentemente não foram submetidos à condições tão agressivas quanto, sendo relacionada a uma fonte situada mais próximo dos locais aonde os diamantes são encontrados atualmente.

ABSTRACT

The stretch of Baixo Rio Tocantins between the cities of São João do Araguaia and Tucuruí, geologically is placed at the borders of the Amazon Craton. Historically, it was one of the richest Brazilian diamond producing areas. The produced stones had good acceptance on the market, being characterized by their abundance, their relatively small size (rare above 1ct), the predominance of yellow colors, external morphology many times abraded, ratio gems : industrial stones said until 90%. The largest stone found is said to have been of 51 ct (gem quality). At present times the *garimpagem* activity is practically extinct.

During the present work, alluvial diamonds collected during the years of 1996/97 at São João do Araguaia/PA were characterized mineralogically and submitted to CL analysis. Some inclusions, hosted by these diamonds, were submitted to analysis by MEV/EDS. At the diamond and gold bearing alluviums were found also: kyanite; corundum, in the varieties ruby, blue, pink and colorless sapphire; chrysoberyl; staurolite; florencite and garnet, identified through DRX and MEV/EDS. The predominant weight of the diamonds was found to be among 0.5 to 0.75 ct. The most frequent colors are yellow with different hues, the most frequent crystalline forms are dodecahedrons. Some of the crystals present fluorescence, most frequently in blue tones, also pale green. The medium value of the collected diamonds was evaluated at US\$ 100. - per carat.

Inclusions hosted by diamonds sampled at São João do Araguaia, can be related to the ultra-mafic suite. The CL image obtained from one diamond, shows a symmetrical structure, formed by alternating darker (probably enriched in boron) and clearer (probably enriched in nitrogen) bands, indicating a calm geochemical formation environment for the crystal, with regular alternate contributions of nutrient solutions.

The samples collected at São João do Araguaia apparently represent a mix of two different diamond populations at the Baixo Rio Tocantins area. One subjected to strong corrosion and dissolution conditions acting during her emplacement summed to a relatively long geological history. The other population apparently was only weakly subjected to those conditions allied to a relatively shorter geological history. The first population may correspond to the majority of the diamonds mined during the production boom. Their origin apparently could be related to the Poti Formation. The other is apparently related to a nearer situated, may be primary, origin.

1. INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O diamante, talvez até mais pelas lendas e mitos que lhe acompanham, do que pelas suas extraordinárias propriedades físico-químicas, ocupa uma posição especial entre os minerais. O seu brilho é motivo tanto para atração quanto para rejeição.

Constitui a mais desejada das gemas, um mineral estratégico com múltiplas aplicações tecnológicas, um importante testemunho do que acontece nas profundezas do planeta.

Mas, para algumas pessoas (até mesmo no âmbito da comunidade acadêmica e geológica), o diamante não passa do epítome da indústria joalheira, sendo além disso raro, caro e difícil de ser obtido em estado bruto.

Nos séculos XVIII e XIX, por mais de 100 anos, o Brasil foi o maior produtor de diamantes do mundo, algumas das melhores gemas têm sido encontradas aqui. Há 50 anos, o Estado do Pará constituiu uma das mais importantes fontes nacionais de diamantes. O primeiro bem mineral explorado com Decreto de Lavra, na região que abriga também a hoje denominada Província Mineral do Carajás, foi o diamante. O potencial do Estado para jazimentos de diamantes ditos primários e aluvionares em terra e possivelmente na plataforma marinha, é grande. Não seriam motivos suficientes a justificarem o estudo do diamante e de seus jazimentos com entusiasmo pela Universidade Federal do Pará ?

Acima de quaisquer controvérsias, o diamante representa um mineral de beleza intrínseca, manifesta na sua composição extremamente simples, sua simetria também simples e perfeita, suas raras e múltiplas propriedades físico-químicas como, por exemplo: extrema dureza, boa termocondutividade, ótimo isolador elétrico, mínimo coeficiente de dilatação térmica, resistência à ação de ácidos e álcalis. Alguns diamantes representam pequeninas sondas apresentando inclusões (por exemplo de coesita), que permitem inferir as condições do ambiente geoquímico na astenosfera. São propriedades únicas enfim, que tornam o estudo do diamante apaixonante.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho são: submeter diamantes amostrados em aluvião no leito ativo do Baixo Rio Tocantins, no município de São João do Araguaia, a metodologias modernas de análise mineralógica, disponíveis em laboratórios de algumas Universidades Federais do país, esperando obter como resultados: verificação da aplicabilidade das diferentes técnicas ao estudo do diamante em universidades brasileiras; obtenção de dados descritivos, mineralógicos,

estatísticos e econômicos que permitam caracterizar particularmente esses diamantes e identificar alguns de seus minerais acompanhantes mais destacados; estímulo à interação entre Departamentos e Laboratórios das diversas Universidades envolvidas, para a realização de estudos futuros. Entre os objetivos almejados, está incluído o levantamento da história geológica e do garimpo dos diamantes de São João do Araguaia/PA.

1.3 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A ocorrência de diamante está localizada no município de São João do Araguaia, região sul do Estado do Pará, (Folha IBGE SB. 22-X-D - Marabá).

São João do Araguaia dista aproximadamente 650 km da capital do Estado, Belém. Pode ser alcançada por via rodoviária através das estradas PA-150, BR-222 e BR-230. Por via aérea, utilizando o aeroporto da cidade de Marabá, do qual dista 51 km e que está interligado aos grandes centros do país por vôos comerciais (Figura 1).

São João do Araguaia também pode ser acessada a partir de Marabá por via fluvial, utilizando o Rio Tocantins.

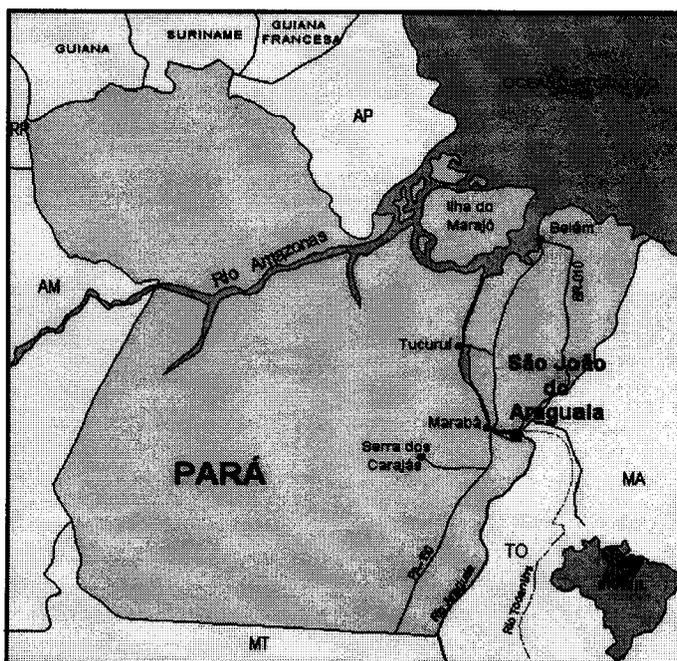


Figura 1- Mapa de localização e acesso.

2. CONTEXTO GEOTECTÔNICO, GEOMORFOLÓGICO E FISIOGRÁFICO

2.1 CONTEXTO GEOTECTÔNICO

2.1.1 Geologia Regional

As unidades geotectônicas que compõem a região de São João do Araguaia podem ser relacionadas a três unidades fundamentais, compreendendo rochas relacionadas ao Cráton Amazônico, Cinturões Móveis do Neoproterozóico e Coberturas de Plataforma.

As unidades relativas ao Cráton Amazônico correspondem a um Núcleo Arqueano com seqüências tipo *greenstone-belt* e granitóides de composição tonalítico-trondjemítica. Esses litotipos são sobrepostos por rochas sedimentares do Paleoproterozóico sendo cortados por magmatitos do Mesoproterozóico, de caráter anorogênico.

As unidades relacionadas aos Cinturões Móveis têm origem no Neoproterozóico. Apresentam orientação aproximada norte-sul e contêm seqüências quartzíticas, xistos quartzíticas e pelíticas, junto com rochas peridotítico-gabróicas indiferenciadas.

As unidades referidas às Coberturas de Plataforma são formadas por seqüências sedimentares continentais (com contribuição marinha) e lacustres (arqueo-proterozóicas), continentais e vulcânicas (mesoproterozóicas), fluviomarinhas (paleozóicas-mesozóicas), além de seqüências fluviais, supergênicas e aluvionares cenozóicas.

A região está situada na Zona Sismogênica de Itacaiúnas, cujo evento registrado mais importante foi o de Redenção (12 Nov. 1980, com intensidade 4,7 na escala de Richter).

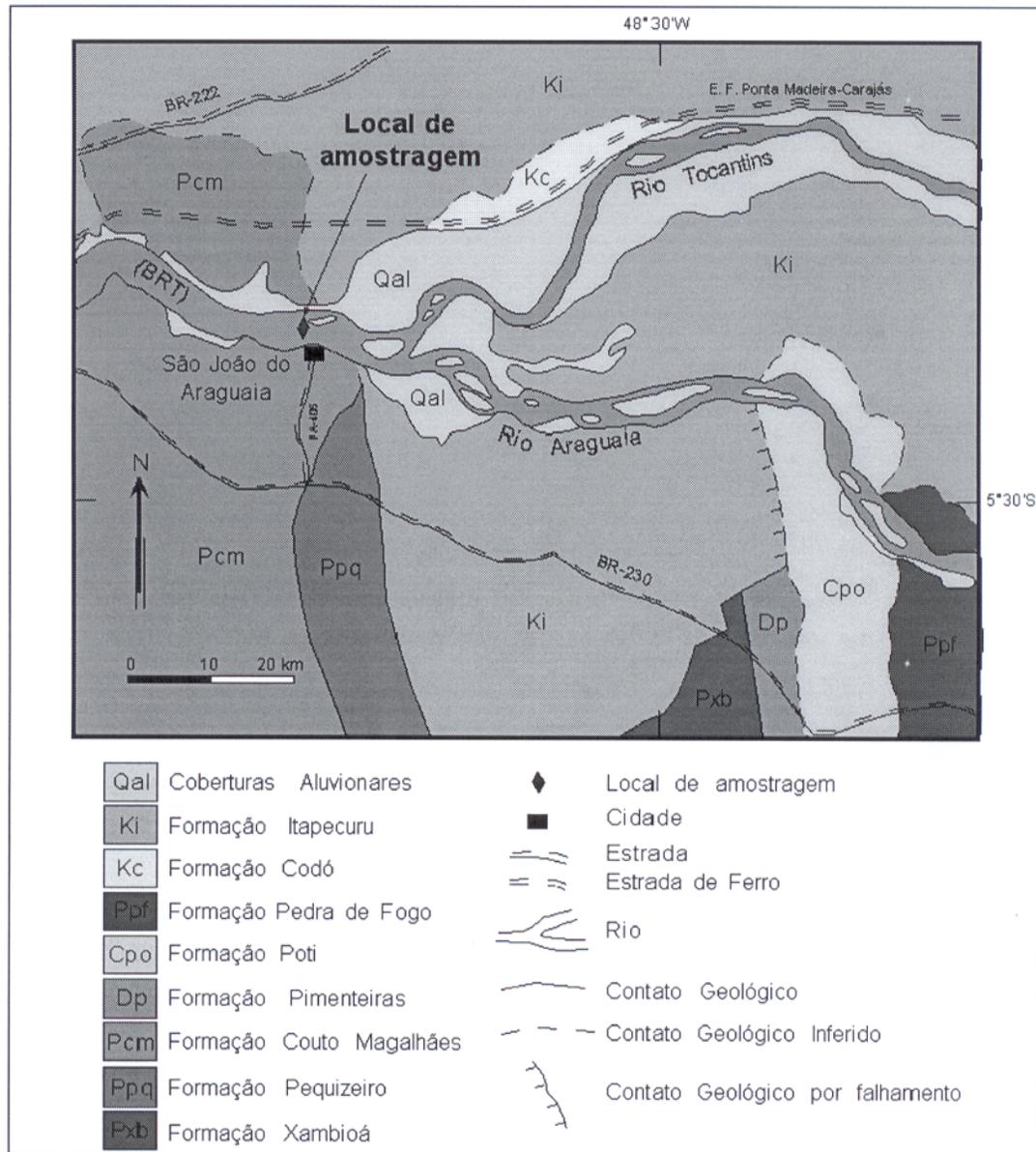
A Bacia do Parnaíba desenvolveu-se em condições estáveis de ortoplateforma a partir do Ordoviciano-Siluriano, segundo a interpretação de Almeida *et al.* (1995). No Paleozóico, durante a abertura do Oceano Atlântico, foi formado um eixo de estiramento máximo orientado segundo a direção NW-SE. Abatimentos cíclicos da bacia são sugeridos pelos ambientes sedimentares que variam desde planícies de maré, fluvial com ingressões marinhas, voltando a continental, planície de maré e lagunar e marinho/lagunar/continental/eólico. Segundo a mesma interpretação, com a separação dos continentes africano e sul-americano a partir do Jurássico, ocorreu o desenvolvimento de um eixo extensional na direção ENE-WSW, controlando a deposição das unidades sedimentares, além da instalação de derrames e intrusões básicas. No Mesozóico, o eixo de estiramento rotacionou na direção NE-SW, resultando um caimento geral para ENE, e um basculamento para SE. Nessa evolução há predomínio de ambientes sedimentares continentais, com sistema deposicional desértico, fluvial a lacustre e fluvial/eólico/lacustre. Já no Cretáceo

Inferior, abatimentos mais significativos permitiram pequena entrada do mar com formação de ambientes lagunares, infra-marinho e de lobos deltaicos. Ainda no Cretáceo, o ambiente continental foi restabelecido, com o retorno de sistemas fluviais e eólicos.

2.1.2 Geologia Local

A interpretação mais atualizada do contexto geológico, no qual está inserida a área da ocorrência de diamantes de São João do Araguaia, está descrita em Almeida *et al.* (1995). As Figuras 2 e 3 apresentam, respectivamente, o mapa geológico simplificado e a coluna estratigráfica da área.

1 - Cinturão Araguaia. Segundo Hasui (1975), uma subsidência do embasamento da Faixa Araguaia, na forma de depressão geossinclinal, permitiu a deposição do pacote Baixo Araguaia. A geossutura Tocantins-Araguaia possibilitou a ascensão de material básico/ultrabásico do manto. As unidades do Cinturão Araguaia foram objeto do trabalho de vários autores, como: Moraes Rego (1933), Shearer & Capper de Souza (1944), Campbell *et al.* (1949) e Kegel (1952), citando inclusive ocorrências de cristal-de-rocha e diamantes. Mais modernamente, trabalhos como de Hasui *et al.* (1975), Costa (1980), Gorayeb (1981), Costa *et al.* (1988), Lima e Costa (1992) têm contribuído muito para uma melhor compreensão dessa unidade. Segundo a interpretação descrita em Almeida *et al.* (1995), é admitida para as rochas do Cinturão Araguaia, uma idade de Proterozóico Inferior a Médio.



Modificado de Almeida *et al.* (1995).

Figura 2 – Mapa geológico simplificado

As seguintes formações são relacionadas ao Cinturão Araguaia (da base para o topo):

Formação Xambioá (Pxb). Constituída por um conjunto de rochas metassedimentares, cuja paragênese mineral (quartzo, biotita, muscovita e granada) é indicativa de metamorfismo na fácies xisto-verde médio a alto. É freqüente a ocorrência de anfibólio - xistos, caracterizados por uma associação de actinolita-tremolita-quartzo-epidoto-clorita. A expressão topográfica dessa unidade apresenta um relevo mais acentuado, sustentado por veios de quartzo e lentes de

quartzitos, dispostos na direção geral N-S. Na porção oeste, o relevo torna-se mais suave, devido à diminuição da quantidade de veios de quartzo e quartzitos.

Formação Pequizeiro (Ppq). Constituída predominantemente por xistos do tipo cálcio-muscovita-quartzo-clorita xistos, com granulação média a fina, colorações esverdeadas. A expressão topográfica dessa unidade é representada por colinas.

Formação Couto Magalhães (Pcm). Na área da ocorrência, predominam xistos de granulação fina gradando a filitos. A fácies metamórfica situa-se do xisto-verde baixo a médio. A expressão topográfica dessa unidade é constituída por um sistema de serras em padrão suavemente ondulado.

2 - Bacia do Parnaíba

As seguintes formações são relacionadas à Bacia do Parnaíba:

Formação Pimenteiras (Dp) – (Devoniano Inferior a Médio). Apresenta uma espessura média em torno de 30 m. Exibe um relevo ondulado localmente controlado por falhas. As rochas sedimentares dessa formação repousam em discordância angular erosiva sobre os xistos verdes da Formação Xambioá, relacionada ao Cinturão Araguaia. No âmbito da Folha Marabá, é interpretado um paleoambiente deposicional relacionado a uma planície de maré rasa, com formação de lagos, depósitos de frente deltaica e canais de maré.

Formação Poti (Cpo) – (Carbonífero Inferior). Na concepção de Gonzaga & Tompkins (1991) esta formação seria a fonte dos diamantes do Baixo Rio Tocantins. Morfológicamente, apresenta uma superfície de modo geral plana, coberta por arenitos cinza e arroxeados. A Formação Poti é correlacionada com um ambiente deposicional de submaré rasa, com depósitos deltaicos e eólicos. Na Folha Marabá, o contato com a Formação Pedra de Fogo é gradacional e com a Formação Pastos Bons é tectônico.

Formação Pedra de Fogo (Ppf)– (Permiano). O trabalho da Almeida *et al.* (1995) não faz estimativas sobre a espessura da formação no âmbito da Folha Marabá. Na base, o contato com a Formação Piauí é gradacional e sutil, dificultando estabelecer os limites. O contato com a Formação Poti é erosivo. No topo o contato é gradacional com a Formação Motuca, discordante com a Formação Sambaíba, discordante e por falhas normais com a Formação Itapecuru. No *graben* próximo à Marabá, o contato é feito por meio de falhas normais com as Formações Couto Magalhães, Pequizeiro, Pimenteiras e, por contato discordante, com a Formação Itapecuru. O paleoambiente deposicional dessa formação é relacionado a uma planície de maré rasa.

UNIDADES			LITOTIPOS / METAMORFISMO / DEFORMAÇÃO / METALOGENIA
	Aluviões	Qal	Areias, argilas e níveis de cascalho. Ambiente continental.
	Coberturas detríticas e/ou lateríticas	TQc	Coberturas semi-consolidadas de arenito e argilito com capeamento de laterito. Ambiente continental.
B.	Formação Itapecuru	Ki	Arenitos cinza e amarelados, grã fina a média, as vezes arcosianos, bem selecionados, localmente com lentes de conglomerado. Pelitos avermelhados com acamamento regular intercalados aos arenitos. Ambiente fluvial de rios entrelaçados, associados a lagos em planície de inundação e dunas eólicas originados do retrabalhamento de barras e dunas subaquáticas.
P	Formação Codó	Kc	Arenitos rosa, grã média, com lentes de calcarenito e calcilito intercalados a palitos cinza-esverdeados. Ambiente de planície de maré carbonática rasa, com lagos subordinados, associados a ambiente marinho.
A	Formação Sardinha	Ks	Basalto preto e diabásio. Extrusão fissural de lavas.
R	Formação Corda	Jc	Arenitos cinza, grã fina a média. Ambiente fluvial de rios entrelaçados com contribuição eólica.
N	Formação Pastos Bons	Jpb	Arenitos cinza, grã fina, com intercalações de folhelho (ritmito) de cor preta e lentes de calcarenito. Ambiente de planície carbonática de sub a supra-maré com ação de ondas de tempestade e depósitos de frente deltaica.
A	Formação Mosquito	TrJm	Basaltos maços e amigdaloidais, textura ofítica e alteração esferoidal. Intrusão fissural de lavas.
I	Formação Sambaiba	Rs	Arenitos cinza, grã fina a média, bimodal. Ambiente continental de dunas eólicas associado a interdunas.
B	Formação Motuca	PTRm	Arenitos avermelhados grã fina a média as vezes arcosianos e bem classificados. Ambiente fluvial de rios entrelaçados, com depósitos lagunares e frente deltaica retrabalhados por maré.
A	Formação Pedra de Fogo	Ppf	Arenitos cinza, grã fina a média, com lentes de calcarenitos, calcissiltos e calcilitos, localmente com lentes de conglomerado. Ambiente marinho em zona de supra a inter-maré em planície de maré mista carbonática-siliciclástica rasa e depósitos lagunares de rios entrelaçados.
	Formação Piauí	Cpi	Arenitos cinza e avermelhados, grã fina a média, as vezes arcosianos e com cimento calcífero. Pelitos e folhelhos avermelhados, localmente com níveis de calcarenito. Ambiente fluvial, de rios entrelaçados, com depósitos lagunares rasos com influência de maré e dunas eólicas, associadas com barras de "wady".
	Formação Poti	Cpo	Arenitos cinza e arroxeados, grã fina, e pelitos cinza-esverdeados. Ambiente de sub-maré rasa, com depósitos de frente ou planície deltaica sob a influência de maré, com lagos e depósitos eólicos.
	Formação Pimenteiras	Dp	Arenitos de cor cinza, grã fina a média, com intercalação de pelitos cinza-esverdeados, com acamamento regular ondulado. Ambiente de planície de maré rasa, depósitos de frente deltaica e canais de maré.
C	Formação Couto Magalhães	Pcm	Rochas metassedimentares compreendendo filitos, quartzo sericita-clorita xistos de granulação fina gradando a filitos e ardósias. Subordinadamente ocorrem silixitos e rochas ferríferas bandada Pcm (mu). Facies metamórfica xisto verde baixo a médio, alcançando o grau anquimetamórfico. A mercante anisotropia estrutural é expressa por alternâncias milimétricas de níveis filitosos e silicosos sendo resultante de extrema deformação, com conseqüente transformações em estágio milonítico
T.	Formação Pequizeiro	Ppq	Rochas psamo-pelíticas, paraderivadas, com dominância de quartzo-muscovita-clorita xistos com variações para clorita xistos, muscovita-clorita-quartzo xistos, clorita-quartzo xistos e muscovita-clorita-clorita xistos. Facies metamórfica xistos verde médio a baixo. A anisotropia estrutural e conspícua observando-se nos níveis silicosos cristais de quartzo fortemente achatados e estirados, resultante da formação que atinge o estágio milonítico.
A	Formação Xambioá	Pxb	Xistos paraderivados com predominante associação de quartzo-biotita-muscovita, com granada, epidoto e clorita como fases minerais adicionais. Facies metamórfica xisto verde médio a alto. A anisotropia estrutural de caráter penetrativo, por deformação dúctil, apresenta padrões anastomótico com forte transposição. Há registro de garimpos de cristal de rocha e ametista.
C.	Grupo Paredão	Ppa	Arenitos ortoquartzíticos e subordinadamente arenitos arcoseanos conglomeráticos, grauvas e conglomerados. Exibem feições deformadas e metamorfizadas, com evolução diretamente ligada a fase final de implantação do sistema transcorrente, transtrativo.
I	Grupo Tapirapé	Ata	Metabasitos ortoderivados (ortoanfíbolitos) e subordinadamente xistos actinolíticos. Evidenciam uma ação metamórfica e deformacional sobre um protólito de natureza basáltica. A facies metamórfica é anfíbolítica, retrometamorfisada a facies xisto verde.
T	Grupo Rio Novo	Arn	Quartzitos, metarenitos, filitos e formações ferríferas, são os representantes metassedimentares, Arn (ms). Xistos, anfíbolitos, metabasaltos, gabros, noritos e basaltos, Arn (mb). Constituem uma seqüência supracrustal metavulcano-sedimentar, tipo <i>greenstone belt</i> , metamorfismo de baixo grau, com paragênese compatível com a facies xisto verde baixa a alta.
A	Complexo Xingu	Acx	Ortognais de composição granitóide tipo tonalitos granodioritos e subordinadamente monzogranitos e encraves de metabasitos do tipo anfíbolito. Apresentam estágios deformacionais miloníticos e progressivos. Exibem foliação milonítica, com paragênese na facies anfíbolito e retrometamorfismo atingindo a facies xisto verde alta.
C.	Suíte Metamórfica Bacajai	Aba	Granulitos básicos (piriclasitos) e ácidos (enderbitos, charnoquitos e granoblastitos). Apresentam variado grau de anisotropia estrutural, taxas deformacionais crescentes, com pronunciada foliação milonítica a ultramilonítica. Caracterizam-se por um dominante metamorfismo com facies granulítica e anfíbolítica.

Figura 3 - Coluna Estratigráfica (Fonte: Almeida et al., 1995).

com variação de energia, possivelmente ligada a um mar restrito, com interferência de depósitos continentais fluviais. No âmbito da Folha Marabá foram encontrados *psaronius*, nessa formação.

Formação Codó (Kc) – (Cretáceo Inferior). É formada por um conjunto de folhelhos calcíferos e betuminosos com lentes de calcário, concreções de gipsita e peixes fósseis. O contato inferior não foi observado durante os trabalhos de mapeamento da CPRM, o superior é concordante com a Formação Itapecuru, podendo ser, localmente, discordante erosivo. Com as coberturas quaternárias o contato é por falha. O sistema deposicional dessa unidade foi interpretado como sendo uma planície de maré rasa, em zona de supramaré com lagos subordinados, associados a depósitos de ambiente marinho raso.

Formação Itapecuru (Ki) – (Cretáceo). É uma seqüência de arenitos variegados, com intercalações de siltitos e argilitos avermelhados, pouco fossilíferos. Segundo o mapeamento da CPRM, foi calculada uma espessura de 400 m para essa formação. O contato com sedimentos da cobertura detrítica e/ou laterítica é discordante. Nas áreas mais baixas, a Formação Itapecuru é recoberta por sedimentos atuais, localizados principalmente, ao longo dos rios Tocantins, Araguaia, Itacaiúnas, Sororó e Vermelho. O paleoambiente deposicional na Folha Marabá está relacionado predominantemente a um sistema fluvial de rios entrelaçados com variação de energia, depósitos de lagos na planície de inundação e eólicos provenientes do retrabalhamento dos depósitos fluviais. Subordinadamente, são registrados depósitos de leques aluviais.

3- Coberturas sedimentares dos Rios Araguaia, Tocantins, Itacaiúnas, Vermelho e Sororó - Quaternário (Qal)

As coberturas sedimentares (siltos, argilas, areias e cascalhos) estão distribuídas ao longo das margens dos respectivos rios e por suas planícies de inundação. São originadas de um sistema fluvial entrelaçado meandrante e mesmo lacustre. São divididas por Almeida *et al.* (1995). em sete tipos de depósitos:

-*Depósitos de barras*, em pontal ou em meandros: constituídos de areia fina a média, ocorrendo no lado interno dos canais meandrades tornando-se silto-argilosas em direção ao topo das barras (Ams). Na parte externa dos canais, são comuns feições de escorregamento e desbarrancamento. O primeiro é o principal fator responsável pelo deslocamento do canal.

-*Depósitos de canal*: constituídos de areia fina a média (Afm), localizam-se nas porções mais profundas do canal, apresentando leitos com mega *ripples* de crista sinuosa.

-*Depósitos de diques naturais*: formados durante os períodos de cheia, ocorrem margeando o canal principal. São constituídos de areia fina, silte e argila (Asa).

-*Depósitos residuais de canal*: constituídos de areia grossa (Ag) de espessura reduzida, ocorrendo sob forma lenticular e descontínua nas partes mais profundas do canal.

-*Depósitos de planícies de inundação*: formados durante o período de cheias, devido à precipitação de material em suspensão, são constituídos predominantemente de argila.

-*Depósitos de lagos*: formados por material oriundo da precipitação do material em suspensão nos lagos, são constituídos de argila de cor cinza plástica, contendo matéria orgânica e laminação planoparalela (Ppp).

-*Depósitos de conglomerados (Cg)*: constituídos por seixos centimétricos de quartzo, quartzito, fragmentos de calcário, argila e blocos de lateritos, apresentando arcabouço aberto, suportado por uma matriz areno-argilosa. Foram depositados provavelmente em porção proximal de leques aluviais.

2.2 GEOMORFOLOGIA, SOLOS E VEGETAÇÃO

2.2.1 Geomorfologia

No âmbito da Folha Marabá, é marcante o controle das drenagens principais (rios Araguaia e Tocantins e Baixo Rio Tocantins) conforme alinhamentos alternados N-S e E-W, apresentando feições de estrangulamento. Segundo Almeida *et al.* (1995) o controle é estrutural e revela a movimentação recente de blocos, em grande parte de caráter ressurgente, notadamente no contexto dos lineamentos submeridianos.

A montante das áreas de estrangulamento do Baixo Rio Tocantins, por exemplo nos municípios de Itupiranga e São João do Araguaia, ocorre um maior desenvolvimento lateral de aluviões. Neles, pequenas lagoas, alongadas no sentido da corrente, são testemunhos de paleocanais.

A região do Baixo Rio Tocantins apresenta, na Folha Marabá, um nítido contraste fisiográfico entre as suas margens. Na margem esquerda predomina uma morfogênese erosiva. O relevo apresenta formas mais íngremes, sendo a drenagem bem distribuída. Na margem direita o relevo é condicionado predominantemente por formas de agradação, representadas por patamares planos submetidos a processos de pedimentação. As elevações, quando existem, são de pequeno desnível e isoladas. O sistema de drenagem é pobre e localizado, o que possibilita o aparecimento de amplos interflúvios.

Segundo levantamento publicado por Almeida *et al.* (1995), podem ser identificadas as seguintes feições de relevo no âmbito da Folha Marabá:

Relevo de Platôs, relacionado às áreas de ocorrência das rochas sedimentares de idade terciária e da Formação Itapecuru (Cretáceo), apresenta superfícies peneplanizadas com cotas em torno de 150 metros. A drenagem é rarefeita e de padrão dendrítico.

Relevo de Morros, relacionado às áreas de ocorrência de rochas paleozóicas da Bacia do Parnaíba e do Cinturão Araguaia. Apresenta cotas em torno de 250 m de altitude. Na região de ocorrência das rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba, a topografia é caracterizada por uma sucessão de amplos patamares em forma de *cuestas* com suaves inclinações e topos aplainados, eventualmente horizontalizados formando *mesetas*. A rede de drenagem apresenta densidade média, disposta em padrão dendrítico, com os elementos de segunda e terceira ordens localmente paralelizados em consequência do controle estrutural.

Relevo de Colinas, predominando em quase toda a extensão da área de ocorrência do Cinturão Araguaia. A declividade das encostas é predominantemente baixa, caracterizando uma paisagem monótona composta por uma sucessão de colinas e vales com amplitudes em torno de 50 m, formando um perfil suavemente ondulado. As cotas topográficas situam-se em torno de 150 - 200 m. A densidade de drenagem é média a alta, com padrão geral essencialmente dendrítico, localmente apresentando nítido controle estrutural. No âmbito do Cinturão Araguaia, observam-se ocorrências locais de padrões de drenagem paralelos, nos quais os cursos d'água de terceira ordem estão orientados segundo norte-sul e encaixados em zonas de cisalhamento. Por outro lado, drenagens de segunda ordem, com inflexões NW - SE, acompanham zonas transcorrentes orientadas nesta direção.

Planície Aluvionar, formada por sedimentos não consolidados de idade quaternária, depositados nas margens das principais drenagens. Merecem destaque especial para a prospecção de diamantes, os aluviões localizados próximo a São João do Araguaia e entre as cidades de Marabá e Itupiranga.

Na planície aluvionar podem ser distinguidos dois níveis de agradação:

- a) Superior, denominado *Terraço Fluvial*, forma uma superfície aplainada, situado a poucos metros acima do leito maior do rio. Apresenta drenagem pobre. A vegetação é aberta e geralmente baixa, com áreas restritas de campina.
- b) Inferior, denominado *Planície de Inundação* é composto por sedimentos não consolidados atuais e que ocorrem mais intensamente na margem direita do Baixo Rio Tocantins onde forma uma faixa contínua e bem definida. Na margem esquerda, as formas erosivas chegam quase sempre até o leito do rio. Na época de estiagem, este nível é responsável pela formação das praias nas margens e das ilhas no leito do rio. A vegetação é intrincada e baixa (Brasil. Ministério do Interior, 1982).

2.2.2 Solos

Segundo Almeida *et al.* (1995) os tipos de solo que ocorrem no âmbito da Folha Marabá são: *Latossolo Amarelo*, relacionado à Formação Itapecuru e às coberturas terció-quaternárias; *Latossolo Vermelho-Amarelo*, ocorrendo principalmente no interflúvio dos rios Araguaia e Tocantins, associado aos terrenos das formações Itapecuru, Codó, Motuca, Pedra de Fogo e das coberturas terció-quaternárias; *Brunizém Avermelhado*, formado sobre as rochas básicas da Formação Mosquito; *Podzólico Vermelho-Amarelo*, originado a partir de alteração de rochas dos Cinturões Itacaiúnas e Araguaia e de pequena área pertencente a unidades da Bacia do Parnaíba; *Areias Quartzosas*, formadas nos domínios das Formações Itapecuru, Motuca e Sambaíba; *Solos Aluviais e Hidromórficos - Aluviões Eutróficos*, ocorrendo nos *flats* aluviais dos principais rios como Tocantins, Araguaia e Itacaiúnas;

2.2.3 Vegetação

A vegetação original, assim descrita em Almeida *et al.* (1995) e baseada em levantamento do Projeto RADAM (Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral, 1974) pode ser dividida em dois domínios fitoecológicos básicos: Florestas Abertas com encraves de Floresta/Cerrado e Floresta Densa.

- 1) *Floresta Aberta*, com encraves de Floresta/Cerrado, está restrita às partes leste e norte da Folha, nas regiões de São Sebastião do Tocantins, Bom Jesus do Tocantins, Palestina do Pará e Brejo Grande do Araguaia. Nesses locais a vegetação encontrada é constituída, principalmente, de palmeiras tipo babaçu, breu-preto e carnaúba. que se

alternam com gramíneas e espécies lenhosas rasteiras. Por outro lado, a vegetação do tipo cerrado foi encontrada, predominantemente, nas áreas com bancos de areia da Formação Sambaíba, da Bacia do Parnaíba, e situada exclusivamente na parte leste da folha, na região de Araguatins. Ali, a vegetação é constituída por várias espécies de gramíneas, bromeliáceas, palmeiras rasteiras e outras árvores de pequeno porte (2 a 4m de altura), com caules retorcidos, entre eles a sucupira, o angico e o pequi.

- 2) *Floresta Densa*, compreendendo as demais regiões tidas como planas, baixas e arrasadas, onde predominam árvores de porte médio-alto, bastante uniformes. Entre elas podem ser encontradas: castanheira (*Bertholetia Excelsa*), massaranduba (*Mamikara Huberi, Ducke*), sapucaia (*Lecythis-sp.*) e mogno (*Swietenia Macrophia*).

Nos vales dos rios e igarapés desenvolvem-se, por sua vez, as florestas ciliares ou matas-galerias.

A intensa ação antrópica, principalmente a atividade agro-pastoril descontrolada, é responsável por uma rápida e notável degradação ambiental em toda a região. Os domínios com vegetação preservada já correspondem a menos que 20% da cobertura total da Folha Marabá (Almeida *et al.*, 1995) estando, na prática, restritas às reservas indígenas de Mãe Maria e Sororó. Os resultados podem ser medidos no assoreamento assombroso da calha do Baixo Rio Tocantins. Podem também ser sentidos pelo aumento da temperatura, surgimento localizado de ventanias fortes e diminuição da oferta de água superficial.

2.3 CONTEXTO FISIAGRÁFICO

2.3.1 Contexto geral

As condições fisiográficas válidas para a região da Folha Marabá (1:250.000), na qual está inserido o município de São João do Araguaia, são as seguintes:

Clima. Segundo a classificação climática de Thorntwaite, é úmido a subúmido, com pequena ou nenhuma deficiência de água. Segundo o critério de Köppen, o clima é do tipo Am (tropical úmido e monção).

Precipitações. O índice pluviométrico anual médio é de 1.700 mm. As estações do ano praticamente se restringem a duas: uma seca e outra chuvosa. Os meses mais secos são de julho a outubro e os mais chuvosos vão de dezembro a maio.

Evaporação. A evaporação real média anual oscila entre 1.000 e 1.500 mm.

Umidade Relativa. A umidade relativa apresenta uma média anual de 76 %. Durante o período chuvoso (dezembro a maio), os índices alcançam valores superiores a 85 %.

Pressão Atmosférica. A distribuição das pressões atmosféricas na bacia do Tocantins/Araguaia é típica das latitudes continentais de regiões tropicais, não sendo influenciada por fenômenos ciclônicos intensos.

Insolação. Os poucos heliógrafos instalados registram, em média, 2.400 horas de insolação/ano.

Ventos. O regime de ventos é caracterizado pela predominância de calmaria durante grande parte do ano e pela ausência de ventos intensos persistentes, resultado da influência da massa continental equatorial. O vento Norte prevalece, com velocidade média entre 14 e 16 km/h.

Temperaturas. A temperatura média anual é de 26° C, com as máximas ocorrendo de agosto a setembro (temperaturas até 38° C) e as mínimas em julho (temperaturas até 22°C).

2.3.2 Bacia dos rios Araguaia - Tocantins

Considerando que a ocorrência de diamantes em São João do Araguaia é do tipo aluvionar, a descrição da bacia do sistema dos rios Tocantins-Araguaia, apresentada a seguir, é relativamente minuciosa. A intenção deste detalhamento é contribuir para uma melhor compreensão das condições de formação do depósito de diamantes estudado.

A bacia hidrográfica do Araguaia-Tocantins está localizada quase que integralmente entre os paralelos 2° e 18° S e os meridianos 46° e 56° W. Os rios Araguaia e Tocantins têm a suas nascentes na parte central do Brasil, seguindo aproximadamente em paralelo rumo ao norte, unindo-se no Estado do Pará e formando o Baixo Rio Tocantins (BRT). Este desemboca no rio Pará, que pertence ao estuário do rio Amazonas. Os seus cursos percorrem áreas de constituição geológica diversa como: núcleos arqueanos, cinturões móveis proterozóicos, bacias sedimentares fanerozóicas e coberturas cenozóicas.

Geograficamente, a bacia Araguaia-Tocantins limita-se ao sul pelo Planalto Central; a oeste, pelas serras dos Carajás, da Seringa, dos Gradaús e do Roncador, a leste, pela Serra Geral de Goiás e pela Chapada das Mangabeiras; ao norte, pelo estuário do rio Amazonas. O divisor de águas entre os rios Araguaia e Tocantins é formado pela Serra Dourada. A Bacia ocupa superfícies dos Estados de Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Pará, Maranhão, além do Distrito Federal. Limita-se com bacias de alguns dos maiores rios do Brasil: ao sul com a do Paraná; a oeste, com a do Xingu; a leste, com a do São Francisco. A área total drenada pela Bacia é de, aproximadamente 767 mil km², representando a soma dos 382 mil km² da bacia do rio Araguaia,

343 mil km² da bacia do rio Tocantins e 42 mil km² da bacia do rio Itacaiúnas (Brasil. Ministério do Interior, 1982).

O rio Tocantins, cuja extensão total é de aproximadamente 2.500 km forma-se à partir dos rios das Almas e Maranhão cujas cabeceiras localizam-se no Planalto de Goiás a mais de 1.000 metros de altitude na região mais central do Brasil. Seus principais tributários até sua confluência com o Araguaia são, de montante a jusante, os rios: Bagagem, Tocantinzinho, Paranã, Manoel Alves da Natividade, Sono, Manoel Alves Grande e Farinha (pela margem direita) e Santa Tereza (pela margem esquerda).

O rio Araguaia tem suas nascentes nos rebordos da Serra dos Caiapós, encaminhando-se para o norte quase que paralelamente ao rio Tocantins com o qual conflui depois de formar a extensa Ilha do Bananal. Seu principal afluente é o rio das Mortes. A confluência dos rios Araguaia e Tocantins encontra-se a uma altitude de 70 a 80 m..

O rio Itacaiúnas nasce nas proximidades da Serra dos Carajás e desemboca no Baixo Rio Tocantins próximo a Marabá. A área da sua bacia representa pouco mais de 5% da superfície total da Bacia.

As bacias do rios Araguaia e Tocantins apresentam diversas características marcantes, algumas das quais permitem destacar consideráveis diferenças entre uma e outra.

A sub-bacia do rio Tocantins apresenta um relevo topográfico monótono com altitudes entre 200 e 500 m na sua maior parte, exceto no Baixo Rio Tocantins (onde são inferiores a 100 m) e nas nascentes (onde são superiores a 1.000 m). Se comparadas às do rio Araguaia as suas declividades são acentuadas. Possui razoável densidade de drenagem e os rios afluentes são de considerável porte. Essa sub-bacia é desprovida de áreas alagadiças, apresentando grande potencialidade para formação de enchentes. Das cabeceiras até as proximidades do município de Itaguatins, a vegetação dominante é o Cerrado. A partir daí segue uma faixa de Floresta Mesófila e depois a Floresta Amazônica.

A sub-bacia do rio Araguaia apresenta um relevo topográfico com altitudes variando de 850 m nas cabeceiras até cerca de 100 m na foz. Possui trechos de declividades suaves entrecortadas por corredeiras e cachoeiras dentre as quais se destaca a de Santa Isabel. Essa sub-bacia apresenta reduzida densidade de drenagem e o porte dos rios afluentes é pequeno se comparados com os do Tocantins, com destaque apenas para o rio das Mortes, pela margem esquerda, e o Javaés, pela margem direita. No seu trecho médio, o rio Araguaia forma a Ilha do Bananal, cujas dimensões atingem aproximadamente 80 km de largura e 350 km de comprimento. Alagadiça em sua maior parte, confere ao rio Araguaia uma elevada capacidade de

regularização natural dos deflúvios. Por causa disso seus hidrogramas são amortecidos e com longos tempos-base. A vegetação dominante na bacia é o Cerrado, estendendo-se desde as cabeceiras até o município de Conceição do Araguaia. Segue uma faixa de Floresta Mesófila e depois a Floresta Amazônica.

O regime hidrológico da bacia do Araguaia-Tocantins é bem definido. Apresenta um período de estiagem que culmina em setembro/outubro e um período de águas altas, onde as maiores cheias se verificam entre fevereiro e abril. Segundo o relatório publicado em Brasil. Ministério do Interior (1982), ocorreu em fevereiro de 1980 a maior cheia já registrada na bacia. No rio Tocantins, os valores máximos são observados, em geral, em fevereiro/março, enquanto que, no Araguaia, em março/abril. Tal fato se explica pelo amortecimento que sofre a onda de cheia na grande planície do Bananal, retardando, assim, o seu pico.

A vazão média da Bacia é estimada em $11.000 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo a contribuição do rio Araguaia em torno de $5.500 \text{ m}^3/\text{s}$, a do Tocantins, antes de sua confluência com o Araguaia, de $5.000 \text{ m}^3/\text{s}$ e a do Itacaiúnas de $450 \text{ m}^3/\text{s}$ (Brasil. Ministério do Interior, 1982).

É importante salientar a homogeneidade da distribuição das chuvas sobre a bacia do Araguaia-Tocantins e o fato de que, aproximadamente 30% da água precipitada é escoada através das drenagens superficiais.

2.3.3 Parâmetros físico-químicos dos rios Araguaia-Tocantins

A seguir estão listados alguns dos mais importantes parâmetros físico-químicos dos rios Araguaia-Tocantins, medidos próximo à sua confluência (Brasil. Ministério do Interior, 1982):

- ◆ *Transparência da Água.* A transparência da água do rio Tocantins apresenta variações profundas ao longo do ano. Ao contrário, no rio Araguaia, a transparência é mantida e as variações mostram-se quase imperceptíveis.
- ◆ *Perfil Térmico.* No rio Tocantins, foram detectadas variações sazonais na temperatura da massa hídrica, porém com temperaturas próximas das do ambiente. No rio Araguaia o comportamento é estável.
- ◆ *Condutividade Elétrica.* Os resultados obtidos no sistema Araguaia-Tocantins mostraram oscilações relacionadas às cheias e vazantes, mas não foram elevados: 18 a $60 \mu \text{ ohm/cm}$.
- ◆ *Alcalinidade/acidez (pH).* O pH da água é muito semelhante ao de outros rios amazônicos, oscilando entre 5 e 6. Na época de chuvas há um pequeno aumento na alcalinidade.

- ◆ *Oxigênio Dissolvido (OD)*. A quantidade de O₂ livre é bem equilibrada, encontrando-se valores próximos da taxa máxima de saturação, durante o período seco. Na época de chuvas, a concentração fica reduzida a valores menores que 70% da taxa de saturação.

3. O DIAMANTE

3.1 INTRODUÇÃO

O nome *diamante* provavelmente é originado da palavra grega $\alpha\delta\alpha\mu\alpha\zeta$ (adamas), significando indomável, indestrutível.

Composto por carbono e apresentando propriedades ímpares, o diamante é o mineral mais bem estudado pela ciência. Difere de outros minerais também compostos por carbono, como a grafita e a lonsdaleita, pela sua estrutura cristalina especial.

Os maiores diamantes recebem nomes próprios. Alguns exemplos são apresentados pela Tabela 1:

Tabela 1 - Exemplos de diamantes com nomes próprios.

Nome	Peso	Local e data da sua descoberta	Observações
<i>Cullingham</i>	3.106 ct	África do Sul, em 1905 (Schumann, 1985).	o maior diamante gema conhecido do mundo
<i>Presidente Vargas</i>	726,60 ct	Coromandel/ MG, em 1938 (Reis, 1959)	o maior diamante gema encontrado no Brasil

3.2 ASPECTOS HISTÓRICOS

Diamantes são conhecidos pelo homem desde tempos imemorráveis, sendo que a Índia representou o maior e praticamente único produtor mundial por um longo período, desde a Antiguidade até o início do século XVIII (Harlow, 1998).

No mundo ocidental, até a Idade Média, o diamante era muito raro, sendo seu uso ligado à magia e credence. Na forma de gema bruta, como amuleto de proteção e boa sorte, seu porte era permitido exclusivamente aos homens, que acreditavam lhes conferir coragem e virilidade. Na forma de pó, era um componente de infusões ditas terapêuticas (Legrand, 1991).

Na Idade Média, três acontecimentos tiveram fundamental importância para uma maior divulgação do diamante na Europa:

- 1) Primeiro, a descoberta do *caminho das Índias* pelo navegador Vasco da Gama, que veio facilitar o comércio de modo geral e do diamante em particular, com a Índia.

- 2) Segundo, a descoberta da lapidação do diamante, atribuída ao belga Lodewijk van Berquem (Schumann, 1985). Como consequência, importantes centros de lapidação foram desenvolvidos nas cidades de Antuérpia (Bélgica) e Amsterdã (Holanda). Leite & Andrade (1995), relatam que o polimento de cristais de diamante já era praticado muito antes pelos indianos sendo, porém, desconhecido na Europa.
- 3) Terceiro, a ascensão de uma cada vez mais rica e influente burguesia. Antes restrito por lei aos reis e nobres (homens), o uso do diamante como jóia foi difundido entre os burgueses sendo permitido também às mulheres.

A descoberta, por volta de 1871, de rochas vulcânicas portadoras de mineralizações econômicas de diamante nas proximidades da cidade de Kimberly, África do Sul, constituiu outro marco importante.

A história do diamante no Brasil ainda não está esclarecida em maiores detalhes. Boa parte dos autores relata que os primeiros diamantes foram encontrados no Estado de Minas Gerais por garimpeiros à procura de ouro. Assim, por exemplo, nos “cascalhos” auríferos aluvionares encontrados por volta de 1695 na Vila do Tijuco (hoje Diamantina) pelo mercador de escravos Antônio Rodrigues Arzão também foram notados “*pequenos cristais que se distinguem particularmente dos demais elementos*” (Reis, 1959). Segundo Eschwege (1979), Francisco Machado da Silva teria identificado diamantes em 1714 no seu garimpo de ouro na mesma região. Em sigilo teria vendido as primeiras gemas na Europa, como se estivessem sendo produzidas na Índia. O segredo foi revelado em 1730, quando Bernardo Fonseca Lobo levou um pacote de diamantes para o rei de Portugal (Reis, 1959). Como recompensa, foi reconhecido pela corte como o descobridor e o ano fixado como data do descobrimento oficial do diamante no Brasil.

Para outros autores, como Rodrigues (1945) e Baena (1839), o diamante no Brasil foi descoberto já em 1610, em aluviões do rio Tocantins, Estado do Pará, por uma expedição enviada pelos franceses que, na época, dominavam o norte do Brasil.

O Brasil passou a ser o maior produtor mundial de diamantes a partir de 1733, quando foram descobertas novas minas em Guarapiara e Curalinho, Estado de Minas Gerais, como é relatado por Ferreira & da Silva (1987). O aumento da extração aguçou a cobiça do Rei de Portugal. Os mineradores foram sendo submetidos a normas (*datas*) cada vez mais rígidas e a impostos cada vez mais punitivos. Muitos tornaram-se *garimpeiros*, como passaram a ser conhecidos os homens que *grimpavam* as serras para pesquisar gemas e fugir dos cobradores de

impostos do rei (Eschwege, 1979). Sempre perseguidos, os garimpeiros começaram a procurar diamantes em locais mais afastados e menos controlados, resultando na descoberta de ocorrências aluvionares na Chapada Diamantina (BA) e nos rios Abaeté (BA) e Tibagi (PR), dentre muitas outras.

3.3 PROPRIEDADES

As principais propriedades químicas e físicas do diamante estão resumidas na Tabela 2.

Tabela 2 - Propriedades químicas e físicas do diamante.

Fórmula química: C	Clivagem: {111} perfeita, fratura conchoidal, quebradiço.
Ligações químicas: covalentes	Forma: cristais geralmente octaédricos, também cúbicos, dodecaédricos, tetraédricos; muitas vezes achatados e corroídos {111}.
Mineral não metálico	Faces em geral curvadas e muitas vezes estriadas. Também esféricos com estrutura radial, raramente maciços.
Polimorfo com grafite e lonsdaleita	Geminação comum em {111} e {001}.
Sistema cristalino: isométrico,	Brilho e Cor: Adamantino a graxo; incolor, branco a azul-branco, cinza, vários graus de amarelo, marrom, laranja, rosa, vermelho, azul, verde, preto.
Classe: 4/ m 32/ m	Transparente, translúcido, raro opaco.
Z: 8	Algumas vezes fluorescente e fosforescente sob luz ultravioleta.
Célula unitária: a : 3,567	
Linhas de difração mais fortes: 2,06 (100), 1,261 (25), 1,0754 (16).	
Constantes ópticas: $n = 2,4175$, isotrópico, pode apresentar birrefringência anômala.	
Dureza: 10	
Imune ao ataque de ácidos e álcalis	
Densidade: 3,51 (medida); 3,5150 (calculada)	

Fonte: modificado de Roberts, W.L.; Campbell, T.J.; Rapp, G. R. (1990)- Encyclopedia of minerals, 2^d ed.; Van Nostrand Reinhold, New York, USA, 979 p.

A estrutura do diamante, destacando a sua célula unitária, é representado na Figura 4.

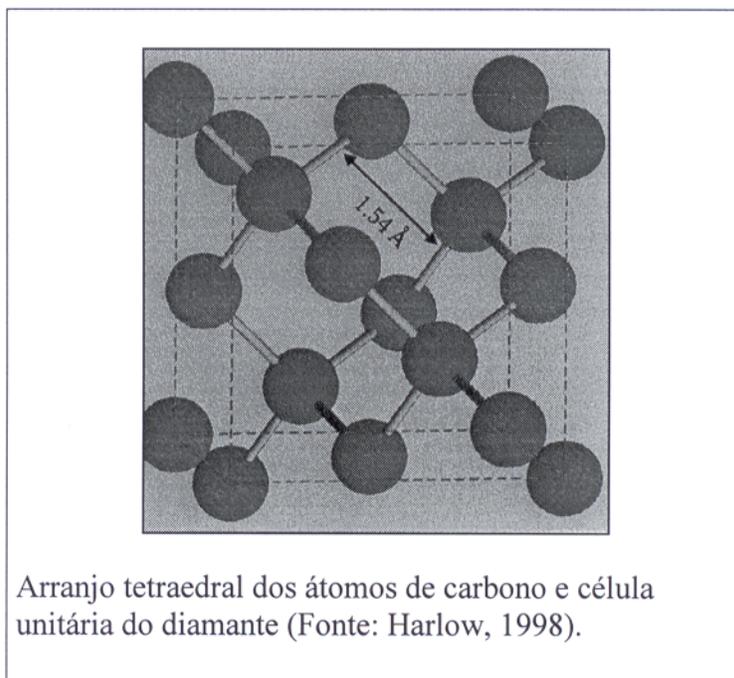


Figura 4 – Estrutura do diamante

Segundo Gübelin & Koivula (1992) podem ser considerados como fonte do carbono no diamante: carbono elementar (C), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO) e metano (CH₄).

Inclusões relacionadas à chamada suite ultra máfica indicam que os respectivos diamantes hospedeiros cristalizaram à partir de uma fusão contendo carbono primitivo do manto. Inclusões relacionadas à chamada suite eclogítica indicam que os respectivos diamantes hospedeiros representam carbono reciclado em eventos tectônicos.

O diamante pode apresentar diversas formas. Algumas delas representadas na Figura 5.

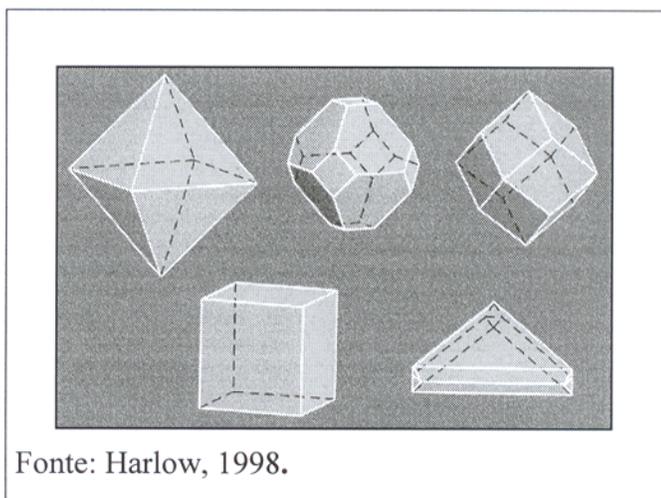


Figura 5 - Algumas formas de diamante

As principais características termo-elétricas do diamante, estão sintetizadas a seguir:

- ◆ É um isolador elétrico, com exceção de raros diamantes do tipo IIb, que contêm boro (aplicações técnicas como semicondutor).
- ◆ É um ótimo condutor de calor (por ex., é quatro vezes mais condutor de calor do que o cobre, à temperatura ambiente).
- ◆ Apresenta o coeficiente de dilatação térmica mais fraco de todos os corpos conhecidos (emprego industrial).

Duas propriedades muito interessantes do diamante são a sua afinidade com gorduras e repelência à água.

3.4 IMPUREZAS E INCLUSÕES.

Na estrutura atômica do diamante, átomos de carbono podem ser substituídos nas suas posições por outros átomos, denominados de impurezas. Segundo Harlow (1998) as impurezas mais comuns são constituídas por átomos de nitrogênio. Mais raramente ocorrem também átomos de boro, hidrogênio e outros.

A cor de um diamante pode estar relacionada a impurezas e também a defeitos na estrutura cristalina. Por exemplo, a presença de nitrogênio causa a cor amarela, de hidrogênio a cor marrom e a de boro a cor azul (Harlow, 1998). Em um diamante puro e perfeito não há absorção do espectro da luz visível sendo ele incolor.

Defeitos no arranjo interno ou ausência de átomos, agem como pseudo-átomos. São chamados de centros de cor ou simplesmente centros. Muitos deles são o resultado de combinações de defeitos estruturais verdadeiros com uma impureza (Harlow, 1998).

Os diamantes que contêm nitrogênio são classificados como sendo do tipo I. Aqueles que não contêm nitrogênio compõem o tipo II. O primeiro grupo inclui, de preferência, diamantes com hábito cristalino mais perfeitos como, por exemplo, octaedros (Sevdermish & Mashiah, 1995). O segundo grupo é bastante raro. Uma característica dos diamantes do tipo II é a de não apresentarem formas cristalinas simétricas, sendo que grande parte dos diamantes de maior tamanho pertence a este tipo (Leite & Andrade, 1995).

Os diamantes podem também apresentar inclusões, que são, em geral, de tamanho reduzido, na média em torno de 1/10 mm (Gübelin & Koivula, 1992). Para a mineralogia, diamantes com inclusões são como minúsculas sondas que armazenam em seu interior valiosas informações sobre a astenosfera, que não poderiam ser obtidas de outra maneira.

Os primeiros estudos sobre inclusões em diamantes confundiram-nas com restos de organismos vivos. A falsa impressão de folhas de samambaias ou asas de insetos é causada por fraturas de tensão que se distribuem radialmente a partir de uma inclusão (Gübelin & Koivula, 1992).

Com exceção de fraturas internas, que são descritas como inclusões, a literatura clássica se refere às inclusões em diamantes como sendo constituídas somente por corpos sólidos (Gübelin & Koivula, 1992). Recentemente, possíveis micro-inclusões de líquidos/gases em diamantes peridotíticos da Sibéria foram estudadas por Schrauder *et al.* (1996) e Bulanova *et al.* (1998).

As inclusões sólidas nos diamantes são geralmente monominerálicas (Gübelin & Koivula, 1992) sendo bastante raras aquelas bi - ou poliminerálicas.

A partir do quimismo dos minerais inclusos, podem ser determinadas as condições físicas nas quais os diamantes se formaram. Por exemplo, a presença de coesita sugere altas pressões e altas temperaturas.

Análises mineralógicas e químicas em inclusões em diamantes, realizadas por Meyer no final dos anos 60 (Guebelin & Koivula, 1992) levaram à descoberta da existência de duas séries

bem distintas, conforme os minerais que as formam, denominadas por ele de “série ultramáfica” e “série eclogítica”. O mesmo autor também observou que minerais dessas séries não ocorrem juntos em um mesmo diamante.

Diferentemente das pedras coradas (ex.: as inclusões em esmeraldas permitem determinar com grande grau de certeza a mina de onde foi extraído o cristal hospedeiro), as inclusões de minerais nos diamantes não possibilitam distinguir o local geográfico da sua origem (Gübelin & Koivula, 1992). Inclusões, por exemplo, de olivina $[(Mg,Fe)_2 SiO_4]$, entstatita $[(Mg,Fe) SiO_3]$, granada $[(Mg,Fe,Ca)_3 (Cr,Al)_2 (SiO_4)_3]$, na sua composição geral, são muito semelhantes em diamantes da África, Venezuela, Sibéria ou de outro local.

3.5 MODOS DE OCORRÊNCIA

De acordo com as teorias prevalentes, os diamantes são originários da astenosfera, formados a altas temperaturas e pressões em rochas derivadas de fluidos ou de material fundido do manto. Outros modos de formação e ocorrência incluem (geralmente como cristais microscópicos):

- ◆ Diamantes formados diretamente sobre a superfície da Terra como consequência de impactos de meteoritos. Em pelo menos um caso (Ries Crater), a formação aconteceu a partir de uma fase vapor (Koeberl, 1995).
- ◆ Diamantes formados provavelmente no interior de meteoritos ferrosos e ureilites, durante um período no qual eles estiveram sujeitos a ondas de choque no espaço, bem antes de alcançarem a Terra (Cordua, 1995).
- ◆ Diamantes associados a gases nobres (xenônio, argônio entre outros), apresentando composições isotópicas incomuns e contidos em meteoritos condriticos procedentes, muito provavelmente, de eventos pressolares ou interestelares (Cordua, 1995).
- ◆ Diamantes contidos nas argilas que contêm evidências do impacto de um corpo celeste sobre a Terra e que marcam o limite entre os períodos do Cretáceo e do Terciário (Koeberl, 1995).
- ◆ Diamantes formando inclusões em granadas e zircões componentes de certos gnaisses metamórficos encontrados no Kaskistão (Cordua, 1995).

De importância econômica existem basicamente dois modos de ocorrência de diamantes:

- 1) Depósitos ditos primários, encontrados em rochas dos tipos kimberlito e lamproíto.
- 2) Depósitos secundários, que contêm diamantes submetidos à transporte hidráulico e que foram depositados em leitos de rios, lagos ou mares (*placers*).

3.5.1 Depósitos em rochas vulcânicas (brechas).

O consenso científico atual é de que os diamantes são trazidos à superfície por dois tipos raros de rochas vulcânicas (brechas), denominadas respectivamente de kimberlito e lamproíto. Os condutos por onde os magmas kimberlítico e lamproítico ascenderam a partir das regiões mantélicas são conhecidas como *pipes*.

Está consagrado na literatura, que os primeiros depósitos diamantíferos em um diatrema foram descobertos em 1871 próximo à cidade de Kimberly na África do Sul. Historicamente, porém, o primeiro *pipe* mineralizado com diamantes (denominado Majhgawan) foi encontrado no ano de 1827 na Índia (Harlow, 1998). O curioso é que foi reconhecido como tal (um diatrema de lamproíto) somente a partir de 1930. Antes, era tido como uma mina em aluvião, embora apresentasse diferenças em relação às outras jazidas locais (argila em vez da areia e seixos habituais).

Os diamantes encontrados nos kimberlitos e lamproítos foram gerados em profundidades de 120 até 400 km (Harlow, 1998), em condições de temperatura acima de 1.100 °C e pressão na ordem de 65.000 atm (Gübelin & Koivula, 1992). Após sua cristalização, migraram para uma zona mais elevada, porém situada ainda no manto superior, onde permaneceram como que “estacionados” (Harlow, 1998). Dessa região foram amostrados e arrastados para a superfície por um magma, cuja ascensão foi canalizada através de fraturas ou falhas profundas. Normalmente essas estruturas são reconhecidas por apresentarem um arcabouço com vários quilômetros de comprimento e poucos metros de largura, ao longo das quais houve o mínimo de movimentos verticais e horizontais (Miller, 1995).

Segundo Miller (1995), somente as áreas geologicamente antigas, estáveis e relativamente frias conhecidas como cratons podem oferecer condições para que diamantes possam sobreviver à sua rápida ascensão à superfície, retendo a sua estabilidade cristalina. Do contrário, poderiam oxidar-se ou transformar-se em grafita.

Segundo Janse & Sheahan (1995) kimberlito e lamproíto apresentam composições químicas semelhantes, sendo ambas rochas ultrabásicas com alto teor de Mg, Ni e Cr. Entretanto, podem ser diferenciadas das demais rochas ultrabásicas pelo enriquecimento em alguns elementos típicos de rochas alcalinas como Nb, Sr, Rb, Cs, P e K. O lamproíto pode ser diferenciado do kimberlito pelas suas mais altas concentrações de K_2O , SiO_2 , TiO_2 , P e conteúdos menores de CaO , Al_2O_3 e Fe. Esses elementos formam os minerais da matriz representados por olivina, serpentina, flogopita, calcita, granada, ilmenita, espinélio, além de outros minerais como apatita, perovskita e nefelina. Segundo Mitchel (1986), uma das mais importantes diferenças geoquímicas entre kimberlitos e lamproítos está na assinatura isotópica $^{143}Nd/^{144}Nd$ e $^{87}Sr/^{86}Sr$.

Datações realizadas em inclusões hospedadas por diamantes, revelaram uma idade de formação entre 2,4 bilhões a 3,2 bilhões de anos (um diamante do Zaire apresentou idade de 628 milhões de anos), enquanto que os kimberlitos que os transportaram foram datados em aproximadamente 90 milhões de anos (Gübelin & Koivula, 1992). Essa diferença entre as respectivas idades pode ser considerada uma prova de que os diamantes não se formaram no interior das rochas que finalmente vieram trazê-los à superfície.

Os *pipes* kimberlíticos caracteristicamente apresentam uma forma que lembra uma cenoura. Essa forma é mantida, independentemente se o kimberlito atravessou rochas menos resistentes como ardósias ou rochas mais duras como granitos. A sua área superficial é tipicamente reduzida, sua distribuição é restrita e tendem a ocorrer agrupados. O maior corpo kimberlítico conhecido, o de Mwadui, na Tanzânia, apresenta uma área de superfície de 146 hectares, os corpos menores podem ser representados por diques com menos de ½ metro de espessura (Janse & Sheahan, 1995). Vulcões não-kimberlíticos, como o Kilauea ou o Monte Santa Helena, apresentam áreas de superfície em torno de 150 vezes maiores.

O magma kimberlítico incorpora uma grande quantidade de gás, predominantemente dióxido de carbono, ascendendo a uma velocidade de 10 a 30 km por hora, suficiente para penetrar e atravessar a crosta da terra em algumas horas (Harlow, 1998). O modelo hipotético é de um magma que no seu caminho para a superfície aproveita fraturamentos tensionais nas rochas, enquanto o magma infiltrante continua a dilatar e fraturar a crosta. Quando a pressão das camadas situadas acima se torna menor do que a pressão do fluxo de magma, os gases dissolvidos dentro do kimberlito começam a se separar da matriz e se expandem, incrementando a fluidez e o volume. O fluido, formado por gás e magma, esguicha explosivamente através de fraturas nas rochas das camadas situadas acima. Os gases desprendidos guiam o magma, que carrega com ele

fragmentos de rochas e diamantes até a superfície, a velocidades de erupção cada vez mais rápidas. Acredita-se que em certos casos as erupções se deram várias vezes dentro de um mesmo *pipe*, algumas separadas por períodos de vários milhões de anos (Miller, 1995). A porção superior de um *pipe* de kimberlito apresenta um cone de material que foi expelido pelo vulcão.

O magma kimberlítico que permanece nas fraturas solidifica, formando diques. Estes, em geral, são descontínuos e não apresentam uma ligação entre o manto e a superfície, sugerindo que o magma kimberlítico no seu caminho para a superfície atravessou as fraturas e que estas se fecharam novamente após a sua passagem (Harlow, 1998).

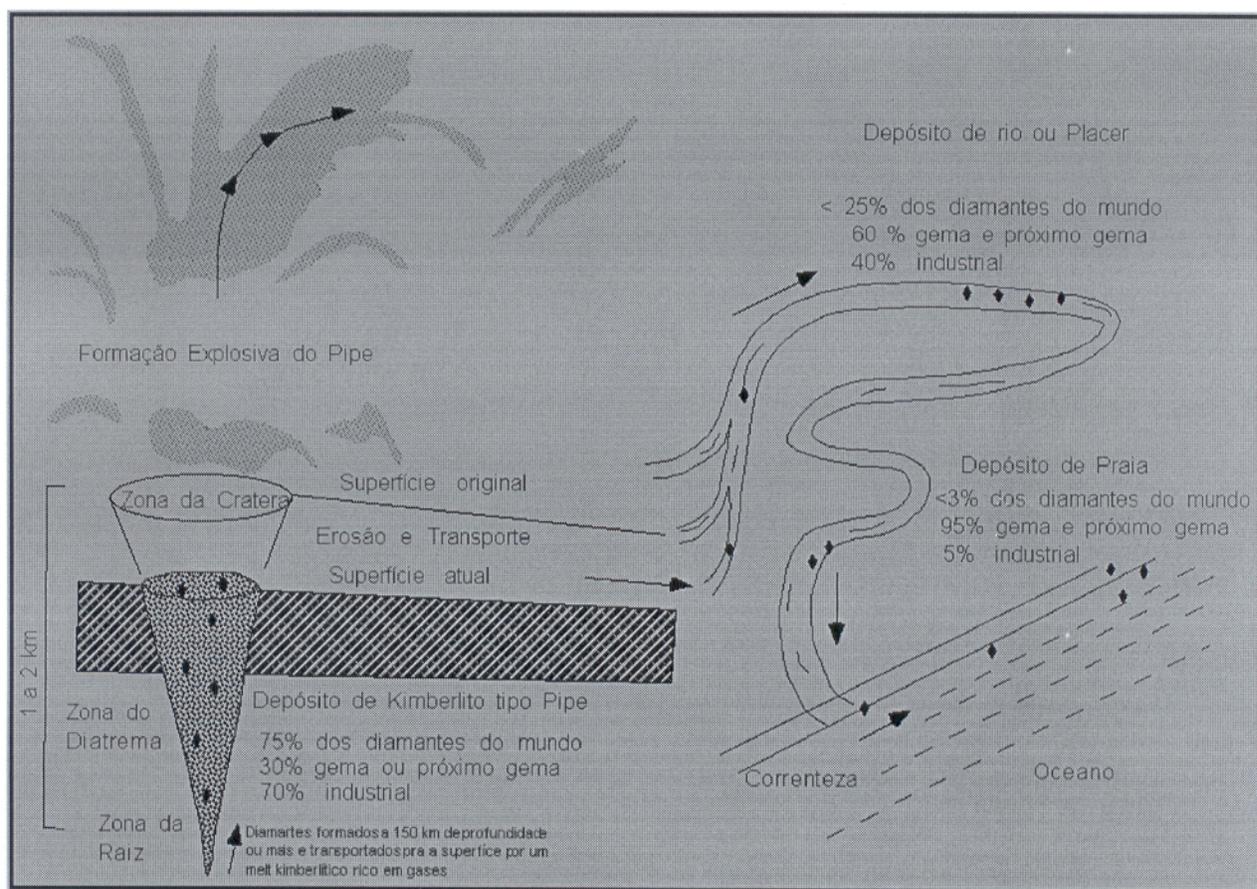
O teor em diamante de um kimberlito fértil, típico, segundo Miller (1995), pode ser estimado em 0,2g/t. Apenas 5 % de todos os kimberlitos são mineralizados (Harlow, 1998).

Diferentemente, os *pipes* lamproíticos tendem a se apresentar com um formato lembrando um cálice de champanhe, alargado na sua parte superior e suportado por um conduto estreito. Esse formato sugere um magma original com menor conteúdo de gás comparado ao magma formador dos kimberlitos. Sugere, também, que as erupções lamproíticas foram menos violentas. Os magmas lamproíticos teriam ascendido até encontrar o lençol freático local, causando aquecimento explosivo da água nele contida e resultando no alargamento da porção superior do corpo (Harlow, 1998).

3.5.2 Depósitos secundários

Historicamente os depósitos secundários foram os únicos responsáveis pela produção de diamantes por um longo período de tempo, até a descoberta de depósitos ditos primários. Parte dos maiores diamantes do mundo têm sido encontrados em aluviões. Na atualidade, com a utilização de alta tecnologia, depósitos localizados na plataforma marinha (por exemplo, na costa oeste da África do Sul), são explorados com lâmina de água de 150 metros ou mais (Harlow, 1998).

Os teores de diamante nas jazidas secundárias atualmente em lavra podem variar muito: por exemplo, 5 ct/ 100 t (Namíbia) ou 30ct/ 100 t (Premier, África do Sul). Estes teores relativamente baixos são compensados por uma qualidade melhor das pedras encontradas, pois em geral somente as pedras mais perfeitas, sem inclusões e bem cristalizadas foram capazes de sobreviver aos muitas vezes longos e acidentados trajetos da sua fonte até a atual jazida (Miller, 1995). A Figura 6 ilustra o diamante nos diversos estágios geológicos.



Modificado de Department of Energy, Mines and Petroleum Resources, Canada (1995).

Figura 6 - Diamantes no seu caminho desde o diatrema até o oceano.

3.6 DIAMANTES SINTÉTICOS

O químico Lavoisier demonstrou em 1772 que o gás produzido na combustão de um diamante era similar àquele produzido na combustão do carvão. Quando pesquisas posteriores de outros cientistas chegaram à conclusão de que o diamante era uma forma de carbono, diferente das outras apenas por sua estrutura cristalina, estava lançado o desafio para transformar carbono comum em gemas valiosas.

A descoberta (por volta de 1871) de jazidas de diamantes em rochas vulcânicas na África do Sul sugeria, que a formação do diamante estava relacionada às altas temperaturas e pressões sabidamente relacionadas à estes litotipos. Vários cientistas então deduziram, que essas condições também deveriam ser necessárias para a síntese de diamantes em laboratório. Experimentos neste sentido foram realizados, entre outros, por Hannay e Moissan, porém é hoje de consenso geral (Legrand, 1991), que nenhuma das suas tentativas conseguiu alcançar os objetivos almejados.

A chamada Segunda Guerra Mundial mostrou a imensa utilidade estratégica do diamante em diversas aplicações tecnológicas. O fato de nenhuma das grandes potências envolvidas (com exceção da então União Soviética) contar com minas de diamantes em seu território, fez com que a pesquisa para obtenção de diamantes sintéticos fosse largamente incrementada.

Apenas em 1952 diamantes foram comprovadamente sintetizados por cientistas suecos da empresa Allmana Avenska, Elektriska Aktiebolaget (A.S.E.A.). Três anos mais tarde, uma equipe da empresa American General Electric Company repetiu o feito (Harlow, 1998).

Os primeiros sucessos na síntese de diamantes foram obtidos (Sevdermish & Mashiah, 1995) utilizando pressões e temperaturas muito altas, maiores de 60.000 atmosferas e em torno de 1.400 °C. Através deste processo até hoje são produzidos diamantes industriais na forma de pequenos cristais (raros acima de 20 mesh ou 0,8 mm) por laboratórios em países como EUA, Japão, Rússia e Suécia, entre outros. Em 1970 os laboratórios da General Electric Co. (USA) obtiveram sucesso na síntese por este processo, de cristais de diamante tipo gema, em número reduzido e com no máximo 1 ct de peso. As pesquisas nesta época concluíram que os custos para a produção de diamantes gema sintéticos superariam em muito os custos da produção de diamantes obtidos através da mineração (Harlow, 1998).

Nos anos 80, o quadro para a sintetização de diamantes gema por altas temperaturas e pressões mudou (Sevdermish & Mashiah, 1995) com a introdução no mercado de um novo diamante sintético de qualidade gema pela empresa Sumitomo Electric Industries do Japão. Pouco depois, em 1987, os laboratórios de pesquisas da De Beers também apresentaram diamantes sintéticos do tipo gema criados por esses processos (cristais de 1 ct são produzidos em 60 horas).

Independentemente destes sucessos, nos últimos 15 anos os maiores avanços foram obtidos na síntese de diamantes por deposição de vapor químico (*chemical-vapour deposition* - CVD). A pesquisa tinha sido iniciada nos anos 1950, mas o crescimento dos cristais era muito lento e os resultados foram obscurecidos pelos sucessos das técnicas utilizando altas pressões e temperaturas. A retomada da pesquisa só veio a acontecer em 1974, no National Institute for Research in Inorganic Materials (NIRIM) em Tsukuba, Japão (Sevdermish & Mashiah, 1995).

A técnica CVD consiste na criação de um plasma à partir dos gases metano (CH_4) e hidrogênio (H_2). A formação de diamante, que pode ser depositado sobre uma grande variedade de substratos, neste caso ocorre à condições de temperatura e pressão relativamente baixos (Harlow, 1998).

No Brasil, a síntese do diamante CVD está sendo estudada em várias Universidades entre as quais a USP e UFRGS além de empresas como a Clorovale Indústria e Comércio de Cloro Ltda. de São José dos Campos/SP.

3.7 IMITAÇÕES DE DIAMANTES (SIMULANTES)

As imitações ou os simulantes do diamante à disposição no mercado, têm composições químicas completamente diferentes do mesmo. Entre as imitações de diamante mais comuns (Sevdermish & Mashiah, 1995) estão: moissanita (SiC); zircônia cúbica (ZrO_2); titanato de estrôncio (SrTiO_3); YAG, nome comercial para *Ytrium Aluminium Garnet* ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$); GGG, nome comercial de *gadolinium gallium garnet* ($\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$); rutilo (TiO_2); corindon branco e espinélio branco, todos sintéticos. Também são utilizados substitutos naturais como zircão e safira branca.

3.8 ASPECTOS ECONÔMICOS

No comércio internacional de diamantes é adotado como unidade de massa o quilate métrico (ct): pesa 200 miligramas e as subdivisões são dadas em decimais, chamadas pontos (100 pontos perfazem um quilate). Uma medida antiga, às vezes ainda utilizada por garimpeiros no interior do Brasil, é o grão, que equivale a 25 pontos.

Mundialmente são produzidas mais de 100 toneladas (500 milhões de quilates) de diamantes por ano (Harlow, 1998). Em torno de 80% desta produção total provêm de sínteses, 20% provêm da mineração, representando aproximadamente 100 milhões de quilates por ano. Destes, em torno de 25 milhões de quilates são utilizados no comércio de gemas movimentando anualmente cerca de 8 bilhões de US dólares.

Aproximadamente 80% da produção (por mineração) e do comércio de diamantes brutos em todo o mundo (Miller, 1995) são controlados por uma única empresa: The Diamond Corporation, conhecida também como De Beers Consolidated Mines Limited ou Central Selling Organization (CSO) ou ainda como “O Sindicato”. A CSO exerce um rígido controle do comércio a nível global, assegurando os investimentos e garantindo a estabilidade de preços no mercado de diamantes.

Embora no período aproximado de 1731 a 1873 tenha ocupado a posição de principal produtor de diamantes (por mineração) do mundo, o Brasil figura atualmente no oitavo lugar deste *ranking*. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos, produziu no

ano de 1992 a quantidade estimada de um milhão (1×10^6) quilates de diamantes, equivalentes a 1% da produção mundial.

No Brasil, as regras para a correta denominação de diamantes por parte do comércio de gemas são definidas pela norma ABNT - NB - 1394, 1991, editada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

As empresas mineradoras, em geral, adotam como limite inferior na sua produção de diamantes, pedras com diâmetro de 2 mm (Sevdermish & Mashiah, 1995).

Diamantes com diâmetros iguais ou menores de 0,4 mm são chamados microdiamantes. São utilizados como indicadores na prospecção de jazidas ditas primárias e em outros estudos científicos.

Os diamantes brutos são classificados (Miller, 1995) em três categorias: “gema”, (*gem quality*), representando 15% da produção mundial; “próximo a gema” (*near gem quality*), representando 39% da produção mundial e “indústria” (*industrial quality*), representando 46% da produção mundial.

Os preços dos diamantes brutos variam desde U\$ 0.50/ct para pedras industriais de baixa qualidade até algumas dezenas de milhares de dólares por quilate para pedras brutas de bom tamanho e de qualidade gema (Miller, 1995). Diamantes industriais são classificados considerando somente as suas propriedades físicas. Diamantes gema são avaliados tanto por suas propriedades físicas quanto por suas qualidades ópticas, considerando ainda critérios subjetivos como a moda reinante na ocasião (Leite & Andrade, 1995). O preço de um diamante gema está relacionado ao seu peso, porém não é proporcional a este: se uma pedra de um quilate vale US\$ 5 mil, uma pedra de dois quilates pode valer US\$ 8 mil por quilate.

3.9 MINERAIS INDICADORES E ACOMPANHANTES

Desde tempos remotos é reconhecida em todo mundo a associação do diamante com certos minerais nos aluviões diamantíferos (Reis, 1959; Harlow, 1998). No Brasil, os garimpeiros denominam estes minerais de “formas” do diamante, porque sua presença ou ausência *informa* sobre a possibilidade daquele aluvião conter diamantes. Na região do Baixo Rio Tocantins (Patury, 1955; Correia, 1995, comunicação verbal), os antigos e atuais garimpeiros utilizavam e ainda utilizam entre outras, as seguintes “formas” na busca pelo diamante nos aluviões: “pretinha” de cor preta fosca (turmalina, provavelmente); “palha de arroz” de cor marrom claro (cianita); “agulha” de cor marrom (rutilo, provavelmente); “chicória” de cor vermelha (granada

almandina e corindon, variedade rubi); “ferro canalizado” ou “ferro lapidado” de cor preta com brilho (ilmenita).

O conhecimento empírico, baseado no reconhecimento das “formas”, foi o responsável pela descoberta de praticamente todos os jazimentos aluvionares de diamantes até hoje no Brasil. Porém, sendo um conhecimento baseado na experiência pessoal do prospector sujeito a sutis variações de local para local e restrito aos jazimentos aluvionares é de muito pequena aplicabilidade aos programas de exploração das empresas de mineração. Essa situação foi modificada com a descoberta dos minerais chamados “indicadores” os quais permitem, com base científica, o rastreamento de diatremas mineralizados. A fórmula envolvendo os minerais indicadores foi descoberta no início dos anos 80. Mantida em segredo, foi tornada pública a partir de 1989 (Haag, 1997). A literatura passou a se referir àqueles minerais, presentes no eluvião ou aluvião, que apresentam uma provável relação genética com o diamante, como minerais “indicadores” ou “traçadores”. No mesmo contexto, os minerais presentes no aluvião, sem essa ligação, são denominados minerais “acompanhantes”.

O princípio do funcionamento dos minerais indicadores está baseado na constatação de que a composição química de certos minerais, ocasionalmente presentes em diamantes como inclusões, é idêntica à composição química de minerais equivalentes, encontrados junto com o diamante nos respectivos diatremas. Essa concordância estabelece uma provável ligação genética: os referidos minerais e os diamantes hospedeiros devem ser formados em um mesmo ambiente geoquímico. Segundo Michel (1996), estudos realizados por Boyd e Gurney identificaram uma correlação entre a química mineral das granadas e a presença ou ausência de diamantes em kimberlitos da África do Sul. Descobriram que as granadas originadas predominantemente dentro do campo da estabilidade do diamante, classificadas como granadas piropo tipo G10, são de baixo teor em Ca (< 3,0 % peso de CaO) e alto teor em cromo (> 4,0 % peso Cr_2O_3). Além dessa propriedade, que as qualifica como mineral indicador por excelência, as granadas piropo cromíferas apresentam ainda outras virtudes para a prospecção de diatremas como:

- ◆ Densidade relativamente alta, permitindo a utilização de métodos gravimétricos (ex. batéia) na sua amostragem.
- ◆ Cores próprias, que facilitam a sua identificação na amostragem.
- ◆ Resistência muito boa ao transporte nos cursos de água por distâncias maiores de 100 km, também em clima tropical.

De acordo com geólogos de empresas de exploração (Jacobi, 1998, comunicação verbal), a prospecção de *pipes* diamantíferos, obedece, em ordem crescente de dificuldades, às seguintes etapas:

1^a -Encontrar um *pipe*.

2^a -Encontrar um *pipe*, que seja mineralizado.

3^a -Encontrar um *pipe*, que seja mineralizado e que contenha cristais em tamanho comerciável.

4^a -Encontrar um *pipe*, que seja mineralizado, que contenha cristais em tamanho comerciável e que tenha, como um todo, um volume econômico.

Para encontrar um kimberlito, o roteiro básico, *up-to-date*, compreende a seleção de uma região com embasamento geológico antigo suficientemente espesso, tectonicamente de acordo e com gradientes térmicos corretos (Janse & Sheahan, 1995). Nessa região é realizado um levantamento por sensoriamento remoto, preferencialmente por aeromagnetometria. Os dados obtidos são tratados por programas de computador gerando (na maioria das vezes) várias anomalias, dentre as quais é necessário selecionar, ao menor custo em tempo e dinheiro, aquelas que podem conter *pipes* de diamantes. É principalmente nesta última fase de seleção, que estudos com os chamados minerais indicadores são de grande valia.

Os métodos combinados de seleção de área, aeromagnetometria e minerais indicadores permitem chegar até um diatrema possivelmente diamantífero. Para saber mais sobre o seu potencial, é estudada a composição da ilmenita, que ocorre junto com os minerais indicadores. Essa composição reflete a variação da oferta de oxigênio no interior do diatrema, permitindo definir um índice de resorção e, em conseqüência, concluir sobre a probabilidade da quantidade de diamantes contidos (Michel, 1996). Por exemplo ilmenitas, associadas a granadas G10 em um aluvião, quando contêm ferro oxidado (Fe^{3+}) na sua composição, indicam que é muito provável que o kimberlito, que se está buscando, irá conter poucos diamantes (Haag, 1997): o calor e oxigênio suficientes para oxidar a ilmenita no interior do kimberlito durante a sua ascensão, muito provavelmente, também foram suficientes para oxidar os diamantes porventura nele existentes, vaporizando-os essencialmente em dióxido de carbono (Michel, 1996).

Dois grandes sucessos recentes na exploração mineral, que podem ser basicamente creditados ao estudo de minerais indicadores, são:

- ♦ A descoberta de um *pipe* de lamproíte em Argyle na Austrália no final dos anos 70, que converteu a Austrália praticamente do nada em maior produtor de diamantes do

mundo (em volume). Sozinha, chega a produzir 40 por cento, em volume (40 milhões de ct/ano), da produção mundial (Harlow, 1998).

- ◆ A localização de *pipes* kimberlíticos no Canadá (Northwest Territories), que prometem transformá-lo, de um país sem expressão na produção de diamantes, em um dos mais importantes produtores mundiais no ano de 2002. O primeiro diatrema, chamado Point Lake, foi descoberto pela empresa BHP-Dia Met em 1990.

4. METODOLOGIA DE ESTUDO

4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Para obtenção de dados sobre o diamante na região do Baixo Rio Tocantins, foram pesquisadas as bibliotecas da Universidade Federal do Pará (UFPA), da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), do Instituto de Desenvolvimento do Pará (IDESP), da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD/DOCEGEO), da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) todas situadas em Belém, além da biblioteca da Prefeitura Municipal de Marabá. Foram ainda realizadas consultas ao arquivo morto do DNPM em Belém e aos arquivos da Receita Federal em Marabá e Belém.

4.2 TRABALHOS DE CAMPO

4.2.1 Período.

Os trabalhos de campo, perfazendo um total de 180 dias, foram executados durante os meses de verão (setembro/outubro/novembro), nos anos de 1996 e 1997. No período de 1996 foram realizadas entrevistas com pessoas que participaram ativamente na exploração do diamante na região, levantamento dos garimpeiros em atividade e mapeamento geológico expedito. Durante o período de 1997, foram continuados os levantamentos já iniciados e realizada a coleta de amostras de diamantes e concentrado contendo minerais acompanhantes.

4.2.2 Entrevistas.

Foram realizadas entrevistas com 34 pessoas da região, que participaram ativamente do garimpo do diamante no período de seu maior movimento. Os entrevistados foram visitados em suas casas, nos municípios de Marabá, Itupiranga e São João do Araguaia. Uma entrevista foi realizada por telefone com o Sr. Alkmim, hoje morador de Diamantina (MG).

4.2.3 Levantamento dos garimpeiros trabalhando atualmente.

Foi realizado um levantamento do número de garimpeiros de diamante em atividade na região, através de visitas aos seus locais de trabalho. A maioria dessas visitas foi realizada com auxílio de um barco.

4.2.4 Mapeamento geológico expedito.

Constou de caminhamentos realizados essencialmente nas margens do rio Tocantins, entre os municípios de São João do Araguaia e Itupiranga, além da interpretação de imagens de radar (RADAM) e sensoriamento remoto (LANDSAT) na escala 1:100.000.

4.2.5 Amostragem de diamante e minerais indicadores/acompanhantes.

Diamantes e minerais indicadores/acompanhantes foram coletados em aluviões do leito ativo do Baixo Rio Tocantins (Figura 7) em frente à cidade de São João do Araguaia. Durante a estação seca (período da amostragem), o rio tem uma largura estimada em 2.250 m. A profundidade, no local de coleta, varia entre 5 a 8 metros. A correnteza é muito forte, tendo inclusive causado a morte de um mergulhador.

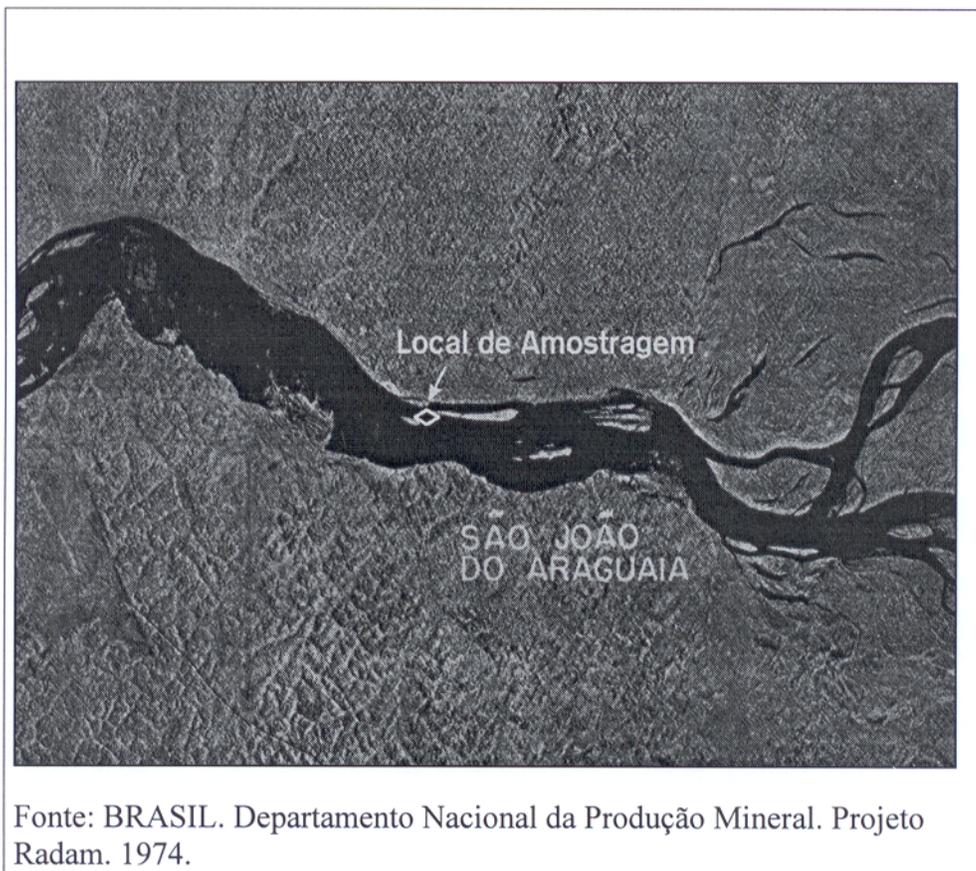


Figura 7 – Local da amostragem

4.2.5.1 Metodologia de amostragem:

Adequando as ações aos recursos financeiros disponíveis, a amostragem foi realizada acompanhando o trabalho de uma “balsa” de garimpeiros (*Chico Ourives*). Essa metodologia resultou em significativa economia de custos com garantia de que as amostras realmente procediam de um determinado local e que não sofreram tratamentos prévios, muito comuns entre os comerciantes de pedras como, por exemplo, a limpeza através de ácidos.

A assim chamada “balsa” é, na verdade, uma embarcação de madeira (Figura 8) comum na região, sobre a qual foram adaptados equipamentos de trabalho e moradia da tripulação. A extração do “cascalho” é realizada através de uma draga aspirante de 6 polegadas, operada no fundo do rio por um mergulhador (Figura 9). A polpa é submetida a uma pré-concentração por meio de um concentrador simples, composto por uma caixa de aço (1,50 x 0,80 x 1,00 m), onde é diminuída a velocidade da água (“paraquedas”) e uma canaleta (0,50x 2,00x 0,15 m) com travessões (“tariscas”) de madeira (3 cm de altura), que concentram os minerais mais densos, entre eles o diamante. A canaleta é forrada com um tapete para reter partículas finas de ouro, que também ocorre no aluvião. O conjunto é conhecido pelos garimpeiros locais como “bica” (Figura 10).

A cada quatro horas de operação aproximadamente, o material retido atrás das “tariscas” é recolhido em baldes. No final do dia, é peneirado manualmente através de um conjunto de três peneiras: a peneira “despedradeira” (malha de 6 mm), a peneira “mediana” (malha de 3 mm) e a peneira fina (malha de 1 ½ mm). Ocasionalmente pode ser utilizada uma quarta peneira para separar os seixos maiores, denominada “suruca” (malha de 2 a 2 ½ cm). Apesar da técnica primitiva utilizada, foram recuperados diamantes com peso de 0,04 ct. A perda de diamantes com a utilização da “bica”, porém, é estimada em mais de 40%.

O concentrado, retido pela peneira fina e pela peneira média, foi coletado aleatoriamente, resultando em 28 kg de amostra, que foram transportados para os laboratórios do Centro de Geociências da UFPA em Belém, para posterior tratamento.



Figura 8 – “Balsa” utilizada na amostragem de diamantes



Figura 9 – Mergulhador responsável pela amostragem



Figura 10 – Concentrador de amostras (“bica”).

4.2.5.2 Tratamento das amostras no campo:

Diamantes: os diamantes aluvionares podem apresentar uma camada externa que os envolve total ou parcialmente e que é formada durante o seu período de permanência nos sedimentos. Para retirar esta capa e assim evitar perdas na hora da venda, tradicionalmente os diamantes obtidos de garimpeiros são submetidos a banhos de limpeza com ácidos. Esse procedimento pode implicar mudanças no quimismo de inclusões secundárias, alcançadas pela infiltração do ácido ao longo de fraturas pré-existentes. Para excluir de antemão quaisquer possíveis dúvidas, quando da interpretação de imagens ou de resultados de análise, os diamantes amostrados foram levados ao laboratório sem terem sofrido tratamento prévio algum no campo.

Concentrado: tendo como finalidade preservar as propriedades originais, as amostras não foram submetidas a quaisquer tratamentos prévios no campo. Foram secadas ao sol e embaladas

em sacos porosos (tecido) para o transporte até os laboratórios do Centro de Geociências da UFPA em Belém.

4.3 TRABALHOS DE LABORATÓRIO

4.3.1 Diamante.

Os diamantes foram descritos com o auxílio de um microscópio binocular (marca Zeiss, modelo Stemi SV 11); pesados (balança de precisão AA-200, Denver Instrument Company) e submetidos a teste de fluorescência (Mineralight UVSL-25, Ultra-Violet Products Inc.) no Laboratório de Mineralogia Aplicada do Centro de Geociências da UFPA.

Para o estudo da composição química das inclusões, foram separadas cinco amostras (diamantes H8, H17, H119, H163 e H168), que apresentavam inclusões maiores, totalmente inclusas no cristal hospedeiro (*totally-enclosed inclusions*) e relativamente próximas da superfície. Um lapidário poliu as amostras selecionadas tornando as inclusões aflorantes.

As amostras foram estudadas por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV/EDS) no Laboratório de Materiais do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Antes da análise foram recobertas por uma camada de ouro (aproximadamente 350 Å de espessura) em uma câmara de vácuo (*sputtering*).

Cinco amostras (diamantes H123, H160, H171, H242 e H244) foram separadas do lote de maneira aleatória, para análise por catodoluminescência (CL) no Laboratório do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Para tanto, foram embutidas em cápsulas de epoxi e polidas.

4.3.2 Minerais indicadores/acompanhantes.

Para a seleção dos grãos de minerais a partir do concentrado trazido do campo foi utilizado um microscópio binocular marca Zeiss, modelo Stemi SV 11. Foram separados manualmente:

- ◆ Minerais que os garimpeiros empiricamente utilizam como “formas” na sua exploração de diamantes na região.
- ◆ Minerais outros que se destacaram seja pela cor ou pela forma.

Uma vez selecionados, esses minerais foram submetidos aos seguintes procedimentos no Laboratório de Mineralogia Aplicada do Departamento de Geociências da UFPA:

- 1) Determinação de suas propriedades físicas,

- 2) Descrição das suas qualidades ópticas,
- 3) Fotografia,
- 4) Teste de fluorescência e fosforescência.

4.3.2.1 Preparação das amostras para análise por DRX

Uma amostra significativa de todos os minerais selecionados do concentrado original foi destinada à análise por Difração de Raio-X (DRX). Para tanto foram moídas manualmente em gral de ágata, sendo analisado o seu pó.

4.3.2.2 Preparação das amostras para análise por MEV/EDS

As amostras dos minerais selecionados para análise por microscopia eletrônica de varredura com detector de energia dispersiva acoplado (MEV/EDS) foram recobertas por uma camada de ouro (aproximadamente 350 Å de espessura) em uma câmara de vácuo (*sputtering*).

4.3.3 Análises mineralógicas por difração de raios - X (DRX).

No Laboratório de raio-X do Centro de Geociências da UFPA foram realizadas 47 análises em amostras de minerais que acompanham o diamante.

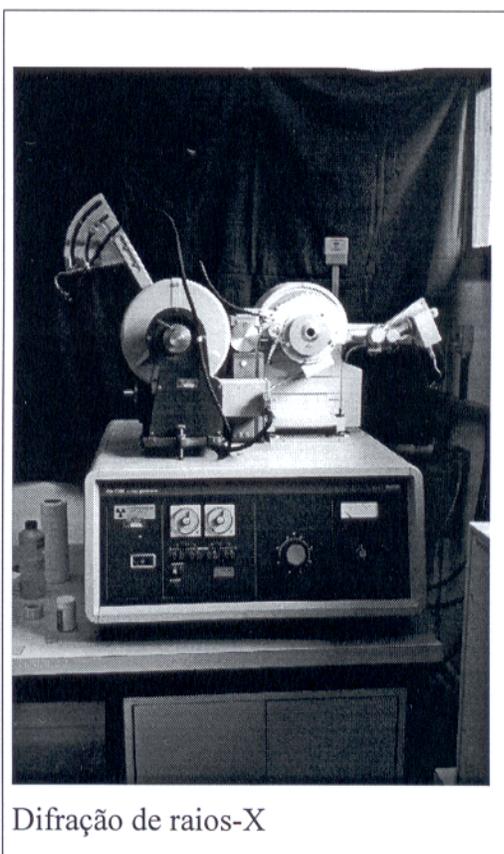
A preparação das amostras obedeceu ao seguinte roteiro:

- 1) Limpeza com auxílio de uma escova e água corrente.
- 2) Separação de uma duplicata.
- 3) Moagem manual em um gral de ágata.

A análise por difração de raio - X obedeceu aos seguintes parâmetros instrumentais: goniômetro Philips PW 3020 com fenda de divergência automática e monocromador de grafite; tubo de raio-X com ânodo de cobre operando a 45 kV e 40 mA com varredura contínua de $0,04^\circ$ $2\theta/s$ e amostragem a cada $0,02^\circ$ 2θ ; controle automático Philips PW 3710 acoplado a um microcomputador.

Os diagramas foram interpretados com auxílio do *software* denominado *Automated Powder Diffraction* (APD) e fichas PDF do *International Centre for Diffraction Data* (ICDD).

A Figura 11 representa o equipamento de difração de raios - X utilizado no Laboratório de Geociências da Universidade Federal do Pará.

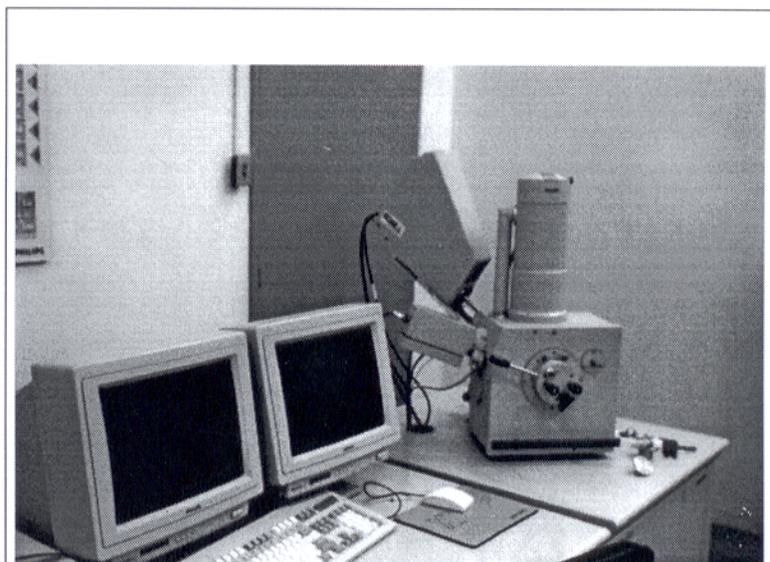


Difração de raios-X

Figura 11- Equipamento (UFPA).

4.3.4.. Análises mineralógicas por microscópio eletrônico de varredura (MEV/EDS).

Dentre as características que fazem do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV/EDS) uma ferramenta muito importante na análise de materiais, estão a sua elevada profundidade de foco (imagem com aparência tridimensional) e a possibilidade de combinar a análise microestrutural com a microanálise química. O aumento máximo conseguido pela microscopia eletrônica de varredura (MEV) fica entre o microscópio óptico (MO) e o Microscópio Eletrônico de Transmissão (MET). A maior vantagem do MEV, em relação ao primeiro, é sua alta resolução, na ordem de até 1 nm (10 Å), contra 0,5 μm no MO. Comparado com o MET, a grande vantagem do MEV está na facilidade de preparação das amostras. Um detector de energia dispersiva (EDS) acoplado ao MEV permite a realização de análises químicas na amostra em observação. A Figura 12 representa o microscópio eletrônico de varredura (MEV) e respectivo detector de energia dispersiva (EDS), marca Philips, em uso no Laboratório de Materiais da Universidade Federal de Santa Catarina.



Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) e respectivo detector de energia dispersiva (EDS).

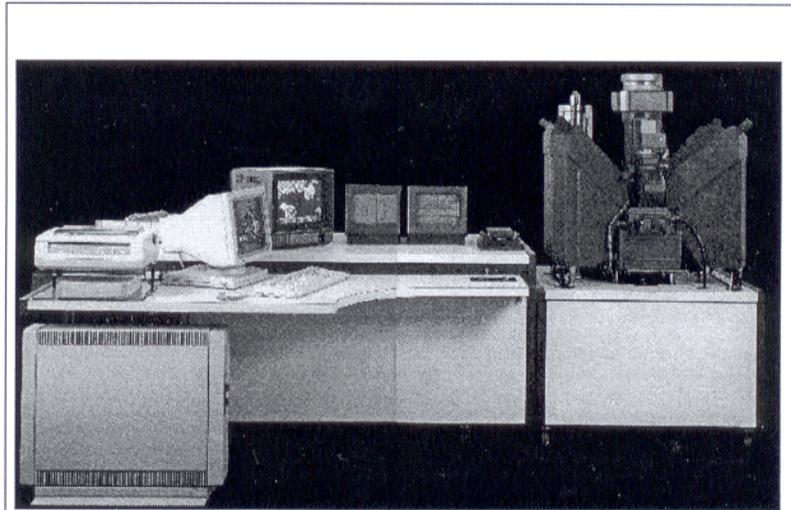
Figura 12 - Equipamento (UFSC).

4.3.5. Análises por catodoluminescência (CL).

Quando uma energia é direcionada para a superfície de certos materiais, poderá ocorrer a emissão de uma radiação não-térmica. Na maioria dos casos, esta é observada no espectro perceptível pelo olho humano, porém em alguns casos, pode ocorrer emissão ultravioleta (UV) ou infravermelha (IR). Esse processo físico é denominado luminescência. O fenômeno inclui tanto a fosforescência quanto a fluorescência. Na primeira, a radiação persiste por algum tempo, mesmo após a fonte de energia incidente ter sido desligada. Na fluorescência, a radiação emitida termina logo que a excitação acaba. Segundo Marshall (1988) na fluorescência, a radiação acaba 10⁻⁸ segundos após ter sido removida a causa da excitação.

A catodoluminescência (CL) representa o processo por meio do qual a excitação primária de uma superfície qualquer é causada por um feixe de elétrons originados em um cátodo. O diamante é uma das substâncias minerais que apresentam CL das mais intensas e com variadas cores (ex.: azul, vermelho, verde, amarelo laranja entre outros). A catodoluminescência é um método poderoso para a caracterização estrutural de um cristal de diamante. Permite a visualização e o mapeamento da distribuição espacial de impurezas e defeitos, muitas vezes imperceptíveis por outras metodologias. Impurezas deste tipo são denominadas de “ativadores” (Marshall, 1988).

A aparelhagem utilizada para análise por CL (Figura 13), foi montada pelo Prof. Dr. M. Vasconcellos no Departamento. de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) acoplado ao equipamento de microsonda.



Microsonda e catodoluminescência
Fonte: Prof. Dr. Hartmann.

Figura 13 – Equipamento (UFRGS).

5. RESULTADOS OBTIDOS

5.1. INTRODUÇÃO

Estudos específicos sobre os diamantes no Baixo Rio Tocantins e sua exploração são raros. A maior parte das publicações disponíveis apenas apresenta ligeiras considerações sobre o assunto, sem maiores detalhes. Shearer & Capper de Souza (1944) oferecem um dos primeiros relatos, juntamente com um mapa de localização dos principais garimpos da época no Baixo Rio Tocantins (Figura 14); Rodrigues (1945), citando fontes mais antigas (Baena, 1839), narra a história da descoberta dos diamantes no Baixo Rio Tocantins por exploradores franceses; os relatórios do engenheiro Patury (1955 e 1957), são a fonte de dados e imagens mais completa disponível; Svisero (1968) descreve 4 cristais de diamantes sem inclusões, provenientes de Ipixuna. O relatório publicado por Brasil (1974) faz uma rápida menção aos diamantes do Baixo Rio Tocantins, o mesmo faz o relatório da empresa Engevix (1986). Barbosa (1991) juntamente com Gonzaga & Tompkins (1991) e Almeida *et al.* (1995), representam as publicações mais recentes sobre os diamantes no Baixo Rio Tocantins. Supostamente devem existir relatórios internos elaborados por empresas de mineração, porém os mesmos são de caráter reservado e não estão disponíveis.

5.2. DADOS HISTÓRICOS SOBRE OS DIAMANTES DE S. J. ARAGUAIA

5.2.1 Introdução

Na segunda metade do século XVI, a França iniciou um ¹processo de colonização envolvendo a região norte do Brasil, criando a França Equinocial. Os colonizadores estabeleceram a sua base principal nas proximidades da hoje cidade de Alcântara, no Estado do Maranhão.

Em 1605, o rei da França Henrique IV enviou ao Brasil Daniel de la Touche, o senhor de “*Là Ravardièrre*”. Uma das incumbências a ele atribuídas, era a de descobrir o *El Dorado* do povo Inca, cuja existência havia sido alardeada por Francisco Orellana e que, por suposto, estaria localizado na Amazônia brasileira (Baena *apud* Rodrigues, 1945).

Uma das várias expedições enviadas por Là Ravadière desbravou o rio Tocantins. Estava acompanhada por dois frades capuchinhos, Ives d’Evreux e Claude d’Abbeville, encarregados da

¹ BAENA, A .L .M . 1939. Ensaio Corográfico sobre a Província do Pará. Belém, Santos & Menor. 589 p.

catequese. Segundo a crônica destes frades, a expedição teria descoberto, em 1610, dois diamantes na Serra dos Pacajás. A serra era assim denominada porque se localizava em uma área habitada pelos índios Pacajás, na beira do rio. Tempos depois, a região foi renomeada Cachoeira da Itaboca (Rodrigues, 1945). A localização coincide exatamente com o trecho do rio onde, cerca de 320 anos mais tarde, foi encontrado um dos mais ricos aluviões diamantíferos do Baixo Rio Tocantins, próximo ao antigo sítio da cidade de Jacundá (Figura 14). Então, segundo essa versão, os primeiros diamantes do Brasil foram descobertos no Estado do Pará, mas foram esquecidos por um período que durou mais de 320 anos. Fato que pode ser explicado pelo difícil acesso (perigosas cachoeiras no rio e índios valentes defendendo o seu território), além de questões políticas (em 1615, Lã Ravadière retornou à França, vencido pelos portugueses).

Já em tempos modernos, as jazidas de diamantes no Baixo Rio Tocantins que viriam a ser explotadas economicamente poucos anos depois, foram (re)descobertas, segundo Mendonça *et al.* (1983), no ano de 1926, no ribeirão Cametahú (Figura 14), defronte da povoação do Lago Vermelho (hoje cidade de Itupiranga).

Segundo Patury (1955), a (re)descoberta aconteceu 10 anos mais tarde e em outro local: *“Nos trechos a jusante da cidade de Marabá, o primeiro diamante foi apurado em 1936 pelo garimpeiro negro Jorge Francisco de Andrade, no lugar denominado Praia Alta”* (Figura 14). A mesma data é indicada por Barbosa (1991), porém em local diferente: *“O diamante foi descoberto no Rio Tocantins em Marabá em 1936. Desenvolveram-se diversos garimpos a jusante da cidade de São João do Araguaia”*.

Controvérsias à parte, os trabalhos de exploração que se seguiram demonstraram que as ocorrências mais ricas estavam localizadas em locais de difícil acesso, como por exemplo nos “poços” das cachoeiras. A produção efetiva e substancial de diamantes no Baixo Rio Tocantins foi iniciada a partir de 1939 (Patury, 1955), com a chegada de garimpeiros que vinham de locais como Baliza (GO) e Aragarças (GO). Os mesmos tinham experiência com trabalhos de mergulho, trazendo consigo motobombas e escafandros. Nos anos seguintes, o número estimado de garimpeiros de diamante na região segundo Patury (1957) e Barbosa (1991) excedeu a 10 mil homens.

A mineração formal na região foi implantada a partir de 1957, quando o sr. João Gomes de Carvalho requereu a lavra (concedida pelo Decreto nº 41.308 de 10/ 04/ 57) em um trecho do rio Tocantins conhecido como *Canal do Jahú*. Ainda no mesmo ano, vendeu a sua concessão para a Empresa de Mineração Caeté-Mirim S/A, de capital norte-americano.

Historicamente, a exploração de diamantes motivou a primeira concessão de lavra na região do rio Tocantins que engloba a chamada Província Mineral do Carajás e resultou em uma das primeiras grandes corridas de garimpeiros no Estado do Pará.

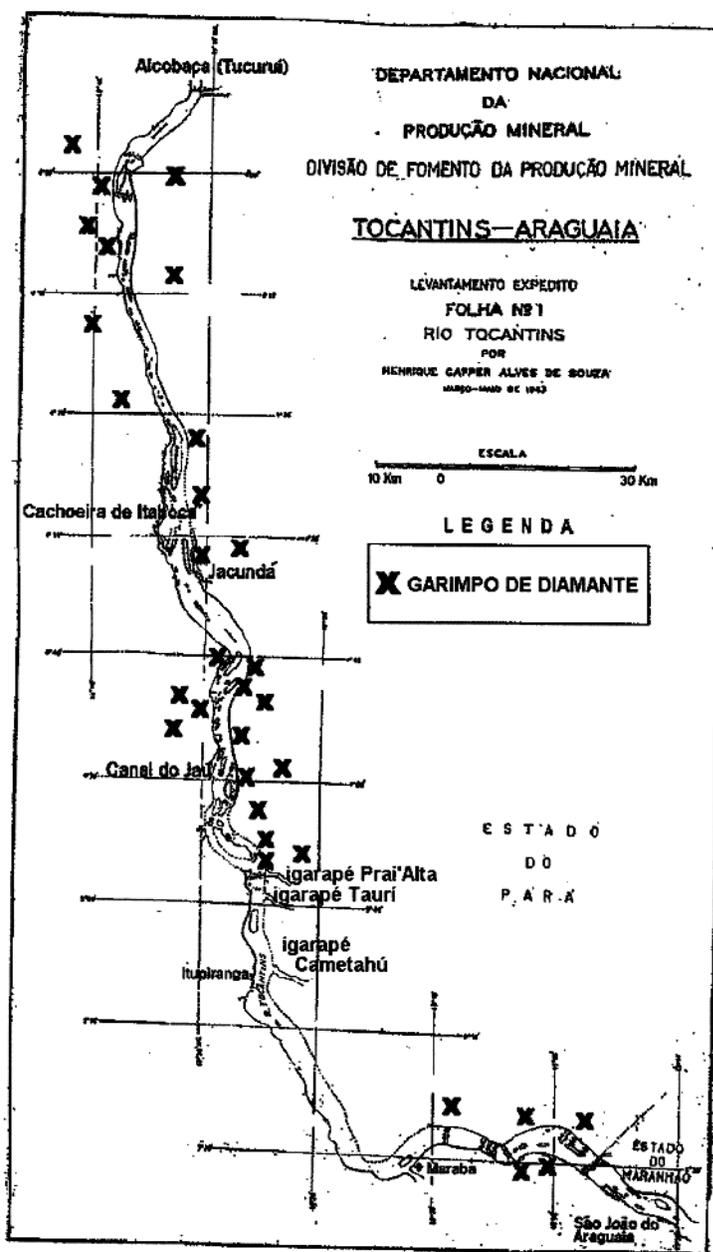
Em 1965 a aparente exaustão dos depósitos de diamantes resultou na retirada da Empresa de Mineração Caeté-Mirim e no abandono gradual da área por parte dos garimpeiros. Com a construção da Hidroelétrica de Tucuruí, a partir do início dos anos 80, o trecho entre as cidades de Tucuruí e Itupiranga foi coberto pelas águas da represa. Atualmente muito poucos garimpeiros ainda mergulham nos locais outrora famosos, na esperança de encontrar “cascalhos” revelados pelas sempre mutantes correntezas do rio.

5.2.2. Modo de ocorrência.

O diamante produzido na região do Baixo Rio Tocantins era todo explorado de depósitos concentrados no leito ativo e nas margens do rio (Figura 14), com exceção do garimpo do Itamirim (ou “do Cajueiro”), um depósito secundário, localizado a aproximadamente 15 km da margem esquerda do rio Araguaia, em local mais elevado.

Os aluviões mineralizados (“cascalhos”) mais ricos em diamantes e ouro estavam localizados preferencialmente no fundo das caldeiras e poços que ocorrem junto às cachoeiras. Segundo a descrição de Patury (1957), essas caldeiras poderiam apresentar formas e dimensões variadas, circulares ou alongados, desde alguns poucos até dezenas de metros. As suas profundidades variavam, desde uma lâmina de água média de 15 m, até uma profundidade máxima de 44 m (Poço das Corvinas).

Patury (1955) assim descreve o “cascalho” diamantífero e aurífero na região do Baixo Rio Tocantins: “(...) ora está solto e incoesivo, ora mais ou menos ligado por um cimento argilo-ferruginoso, pardo-amarelado ou cinzento-esverdeado, constituindo neste último caso (cascalho cimentado) o que se denomina moco-rorô (...)”. Segundo o mesmo autor, a camada de “cascalho” apresenta uma espessura que varia “desde alguns centímetros até dois metros ou mais”.



Baixo Rio Tocantins, entre os municípios de Tucuruí e São João do Araguaia. Fonte: Shearer & Capper de Souza, 1944.

Figura 14 - Principais aluviões diamantíferos

Na descrição de Patury (1955), o “cascalho” diamantífero na região do Baixo Rio Tocantins apresentava “*elevada percentagem de minerais pesados, sendo os satélites mais freqüentes: seixos rolados de quartzo, areias pretas (black sands: ilmenita, magnetita, etc...), turmalinas (feijão-preto), hematita (ferrugem), jaspe vermelho, rutilo (agulhas), ilmenita*” .

Um bloco de conglomerado ferrífero (“mocororô”), pesando aproximadamente 14 kg, originalmente coletado em 1946 pelo sr. João Gomes no garimpo de Prai’Alta, Baixo Rio Tocantins, é retratado na Figura 15. Segundo o atual proprietário, o bloco contém mineralização de diamante e ouro.



Bloco originalmente coletado pelo sr. João Gomes no garimpo de Prai’Alta/PA (1946). Peso aprox. 14 kg.

Figura 15 - Bloco de conglomerado ferrífero

5.2.3. Descrição dos diamantes produzidos.

5.2.3.1. Peso

Os diamantes extraídos na região do Baixo Rio Tocantins eram em geral pequenos, com peso entre 0,5 e 1 ct (Patury, 1955 e Barbosa, 1991), conforme demonstra a Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação dos diamantes produzidos (Barbosa, 1991).

Abaixo de 25 pontos	25%
25 pontos	20%
50 pontos	25%
1 quilate	25%
2 a 5 quilates	5%
acima de 5 quilates	raro

Segundo informações colhidas de garimpeiros, o garimpo de Itamirim, produzia pedras maiores, até 10 ct (Correia, 1995, comunicação verbal).

O maior diamante de que se tem notícia na região do Baixo Rio Tocantins teria sido encontrado no local denominado Prai'Alta ou Praia Alta (Figura 14) e teria pesado 51 ct, sendo de qualidade gema (Gomes, 1995 comunicação verbal). Segundo outra fonte, o maior diamante encontrado teria pesado 43 ct e teria sido encontrado próximo à foz do igarapé Tauari (Figura 14), sendo de qualidade gema (Arraes, 1995 comunicação verbal). Na bibliografia disponível não foram encontrados referências a esses ou quaisquer outros diamantes de maior tamanho.

5.2.3.2. Qualidade

Os diamantes produzidos na época eram considerados de qualidade muito boa, sendo disputados pelos compradores (Patury, 1955). Não foram encontrados registros ou documentos que permitissem deduzir o valor das gemas. Uma consulta à Delegacia da Receita Federal em Marabá, em cujos arquivos se esperava encontrar as *guias de diamantes*, documentos exigidos por lei para o seu transporte (contendo dados sobre valor e quantidade), resultou na informação de que todos os documentos da época teriam sido incinerados.

Os jazimentos aluvionares do Baixo Rio Tocantins apresentavam uma proporção entre diamantes de qualidade gema e diamantes de qualidade indústria muito boa (na época, a classificação no garimpo era somente nestas duas categorias). Segundo depoimentos verbais de Alkmim (1995), Horta (1997), Moura (1997) e outros garimpeiros ativos na época, dita proporção era aproximadamente igual a 90 % ou seja, de cada 10 diamantes encontrados, 9 eram de qualidade gema.

Segundo Patury (1955) e Alkmim (1995, comunicação verbal), uma característica marcante observada em boa parte dos diamantes produzidos durante a época de exploração mais intensiva, é a de os cristais apresentarem arestas arredondadas e superfícies com fortes sinais de

desgaste. Essa característica é atribuída por eles como sendo consequência de um longo processo de transporte até o local onde foram encontrados.

5.2.3.3. Cores

A cor mais freqüente, relacionada aos diamantes extraídos na época histórica recente do garimpo no Baixo Rio Tocantins, é a amarela, porém são relatados (Patury, 1955) e Alkmim (1995, comunicação verbal), também diamantes brancos, marrons e azuis. O garimpo do Itamirim é especialmente citado (Correia, 1997 comunicação verbal e Moura, 1997 comunicação verbal), como tendo produzido diamantes na cor verde. Segundo os entrevistados, a ocorrência de carbonado era muito rara, porém haveria uma suposta pequena concentração de carbonados à montante, na região de Xambioá (TO).

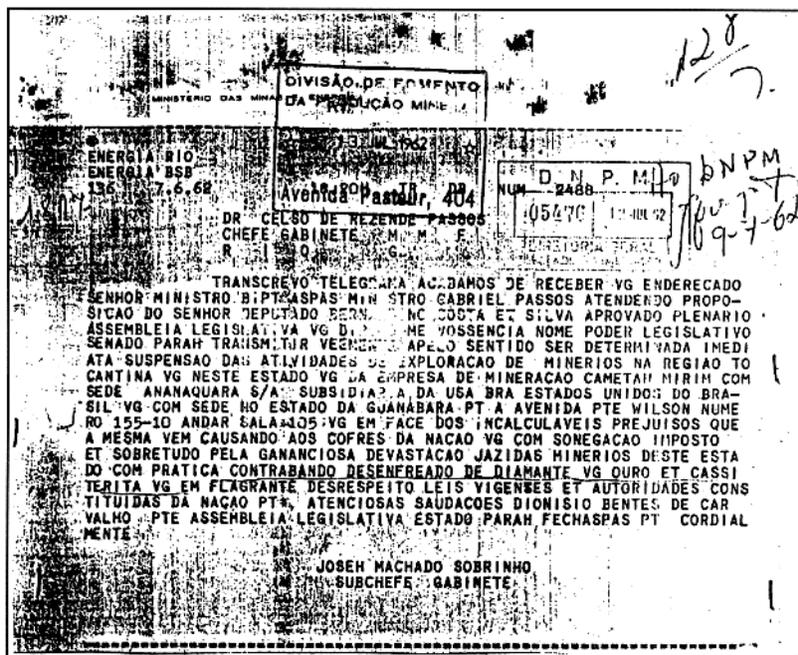
5.2.3.4. Quantidades

A ausência de documentos e a tradicional informalidade no comércio de diamantes tornam muito difícil qualquer estimativa sobre a produção de diamantes na região. Tomando como parâmetros o tempo de vida dos jazimentos e o número de pessoas envolvidas, a produção aparentemente foi expressiva.

Segundo Patury (1955) ocorreram achados fantásticos como “(...) *haver extraído o Sr. Pedro Carneiro, atual prefeito do Marabá, cerca de um quilo de diamante de um só poço*”.

Os relatórios da Empresa de Mineração Caeté-Mirim S/A ao DNPM, assinados pelo engenheiro Patury, não podem ser utilizados como referência. Declaram simplesmente que não houve produção de diamantes durante todo o período de atuação na área. Estranhamente nos mesmos relatórios são apresentados consideráveis teores contidos no aluvião mineralizado: “*teor médio de 3 a 5 quilates de diamante e de 2 a 4 gramas de ouro por tonelada métrica*”, além de uma reserva inferida para a área do Canal do Jahú de 83.058 ct de diamantes (Patury, 1957).

É muito difícil acreditar que uma empresa permanecesse trabalhando sem retorno financeiro por quase 10 anos na mesma área (Canal do Jahú). Com exceção do engenheiro Patury, que assim mesmo aparentemente não participava de todos os trabalhos de campo (Alkmim, 1995, informação verbal), todos os técnicos eram especialistas estrangeiros (norte-americanos e israelenses). A primeira fiscalização do DNPM (vistoria técnica) aconteceu em 1968 ou seja, 12 anos após o início das atividades de exploração. O texto do telegrama reproduzido na Figura 16, acusa francamente a empresa de contrabando de diamantes e outros minérios.



Fonte: Patury, 1955.

Figura 16 - Telegrama acusando a empresa Caeté-Mirim S.A.

Segundo o depoimento de um antigo funcionário da Empresa de Mineração Caeté-Mirim S/A (Alkimim, 1995, comunicação verbal), em certa ocasião, ele próprio teria sido o portador de 18.620 ct de diamantes para o Rio de Janeiro, equivalentes a dois meses de operação da empresa no Canal do Jahú, no ano de 1958.

Em relatório interno do DNPM, é mencionado um teor contido de 20 ct de diamantes por metro cúbico de “cascalho” no Poço do Jahú, o que seria uma quantidade extraordinária.

Barbosa (1991) estima (Tabela 4) que tenham sido produzidos na região de Marabá as seguintes quantidades de diamantes (equivalentes a aproximadamente 10% do total da produção nacional estimada para aquela época):

Tabela 4 – Produção de diamantes na região de Marabá (Barbosa, 1991).

PERÍODO	PRODUÇÃO DE DIAMANTES (ct)
1941 a 1942	12 mil
1942 a 1943	26 mil
1943 a 1944	30 mil
1950 a 1951	12 a 13 mil
1956 a 1957	3 a 4 mil
1958	15 mil ⁺

+ somente no Canal do Jahú

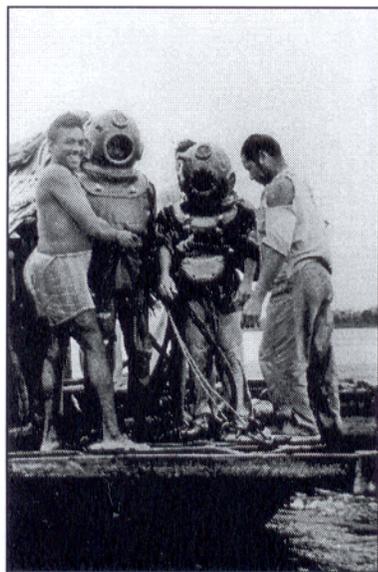
5.2.3.5. Mineração Informal (garimpeiros).

No início, os instrumentos do garimpeiro na região eram representados por uma pá e uma batéia de madeira. Quando a extração começou a ficar mais difícil, foi sendo necessária a introdução de novas técnicas e equipamentos. O recolhimento do “cascalho” passou a ser efetuado por mergulhadores a partir de uma embarcação de apoio (Figuras 17, 18 e 19). A apuração tinha sua continuação em terra, sendo realizada por lavagem manual (Figura 20) do “cascalho” através de três peneiras de malhas diferentes e que encaixam entre si (“terno”).



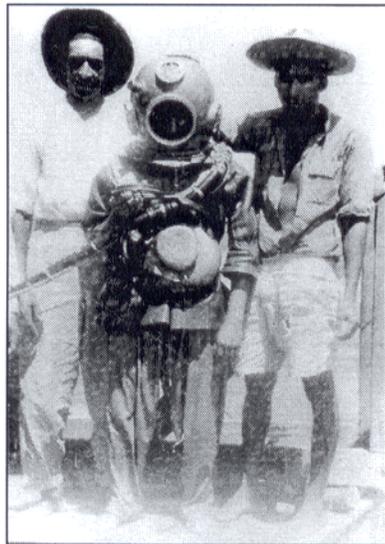
Canal do Jahú, Baixo Rio Tocantins. Fonte: Patury, 1955

Figura 17 - Balsa de garimpeiros



Canal do Jahú, Baixo Rio Tocantins.
Fonte: Patury, 1955.

Figura 18 - Mergulhadores (escafandristas) de diamantes



Garimpeiros de diamantes, Canal do Jahú,
Baixo Rio Tocantins
Fonte: Patury, 1955

Figura 19 – Mergulhador (escafandrista).



Canal do Jahú, Baixo Rio Tocantins
Fonte: Patury, 1955

Figura 20 - Apuração manual de diamantes

Quando possível, nas temporadas de estiagem, os garimpeiros procuravam secar alguns canais do rio através de barragens rústicas.

Os conflitos pelos melhores locais de exploração do diamante eram muito freqüentes. Assim, o concessionário do primeiro Decreto de Lavra na região, João Gomes, foi obrigado a vender a sua concessão e abandonar a região após uma disputa por um poço diamantífero com um garimpeiro conhecido como Tenente Paranhos (Arraes, 1995, comunicação verbal).

5.2.3.6. Mineração Formal (empresa de mineração)

O texto do telegrama reproduzido na Figura 21, enviado diretamente ao então Presidente da República, Café Filho, redigido em termos intempestivos, pode esclarecer um pouco sobre o que pensava a população local acerca da primeira Concessão de Lavra para diamantes na região.

O relatório de vistoria à área abrangida pelo Processo DNPM 348/55, um laudo público, assinado pelo Eng. minas Humberto Melo Cavalcante, Técnico da Seção de Fomento 5º Distrito do DNPM/ Belém, datado de 30 Set. 1976, reproduzido parcialmente a seguir, traz de maneira sucinta o histórico das concessões mineiras e da atuação da empresa de mineração na área em estudo:

“A área do presente processo, DNPM 348/55 foi a primeira área requerida na região do Rio Tocantins, seguindo a lei minerária até então reconhecida pelo Governo Federal.

Assim, em 15/01/1955 o sr. João Gomes Carvalho, requereu ao DNPM (então subordinado ao Ministério da Agricultura) uma área de 291,20 Ha para pesquisa de diamantes, no local denominado de Canal do Jahú, naquela época pertencente ao município de Marabá.

A pesquisa foi concedida em 04/03/55, através do Decreto de Pesquisa no 36.979, publicada no DOU de 09/ 03/ 55. O plano de pesquisa de autoria do eng. de minas Raymundo S. Patury foi protocolado em 15/ 09/ 55(...) Em 27/ 10/ 56 é encaminhado ao DNPM relatório de pesquisa de autoria do eng. de minas Raymundo S. Patury, apresentando um resumo dos trabalhos realizados, ressaltando:

- a profundidade média do cascalho diamantífero na estiagem varia de 18 a 28 m e nas enchentes varia de 25 a 35 m.*
- reserva inferida de 83.058 ct de diamantes, adotando-se um coeficiente de segurança de 50% devido a vários fatores tais como, irregularidade de distribuição das gemas, dificuldade em extraí-las em certos locais obstruídos por enormes blocos de rocha (...) Em 23/01/57 o relatório é aprovado pelo DNPM, para em 11/02/ 57 o sr. João Gomes de Carvalho requerer a lavra, que foi concedida pelo Decreto nº 41.308 de 10/ 04/ 57.*

45023 <i>D.N.P.M.</i> PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA SERVIÇO TELEGRÁFICO		PALACIO DO CATETE 15/09 1955
CÓPIA DE TELEGRAMA RECEBIDO - 1.ª VIA		SERVIÇO TELEGRÁFICO NOTA DE CÓPIA
Procedência (368) - BELEM PARAH	12 54 '55 Via	
N.º 78734	Pto: <i>S. P. PARAH</i>	Hora 1800
PRESIDENTE CAPEH FILHO PALACIO DO CATETE RIO DE		HORA DE CHEGADA PROTOCOLO DA SECRETARIA

SECRETARIA DA PRESIDENCIA DA REPUBLICA

125025

1955

FRESDENCIA DA REPUBLICA

OFFICE DE CONSUMOS

Departamento Federal de Postos e Correios

Correio Geral

12 SET 1955

D.N.P.M. 6036

ESTÁ CAUSANDO GRANDE CELEUMA CONCESSÃO DADA POR V. EXCIA AO SR JOAO GOMES DE CARVALHO COMPREENDENDO CELEBRE CANAL DO JAY NO RIO TOCANTINS ESTADO PARAH ONDE MILHARES PESSOAS TRABALHAM MAIS CINCOENTA ANOS SERVIÇO GARIMPAGEM HOJE TODO ESTE POVO ACHA SE PREJUDICADO POR UM SO INDIVIDUO QUE NOS IGNORAMOS O QUAIS MANDOU FISCAL DE MINAS QUE ESTÁ EXPULSANDO CRIANDO CASOS ABSURDOS NESTA REGIAO PT A FIM EVITAR MAIORES CATASTROFES PEÇO A V. EXCIA AMIGO EM PARTICULAR REVOGAÇÃO DESTA CONCESSAO POIS TENHO CERTEZA QUE V. EXCIA FOI ENGANADO POR ESTE MARRETEIRO VINDO DE MINAS GERAIS PT CORDIAIS SAUDAÇÕES DOS AMIGOS EM PARTICULAR E RESPONSÁVEIS PELO PERDIDO DO POVO INDEFESO

A. M. Aguiar

para apreciar, responder e arquivar.

MANOEL MOREIRA ALBERTO MONSSALLEM
 PADRE PRUDENCIO 348 - Telefone 5230
 BELEM PARAH

A. S. A. para juntar e prosseguir, digo a D. F. P. U.

Em 8/9/1955

Arde...

Diretor Geral

A. L. A. F.

Em 17 de 9 de 55

Arde...

Legado...

Telegrama solicitando a revogação da primeira concessão de lavra para diamante na região do Baixo Tocantins.
 Fonte: Patury, 1955.

Figura 21 - Telegrama ao Exm. Sr. Pres. da República

Nessa época entra em ação a Mineração Caeté-Mirim S/A, autorizada a funcionar como empresa de mineração pelo Decreto nº 37.047 de 17/03/55. Adquire do titular da lavra, sr. João Gomes de Carvalho seus direitos à lavra, conforme escritura pública passada em 16/10/57 no Cartório do 5o Ofício de Notas, Rio de Janeiro, (na época Distrito Federal). Em 17/12/57 o DNPM concede averbação do contrato de cessão de direitos, que foi transcrita à fl. 81 do livro G-4, da DFPM e publicada no DOU de 23/12/57(...). Apesar do Decreto de Lavra desta área ter sido outorgado em 1957, somente a partir de 1968 o DNPM enviou seus técnicos a Região do Tocantins, em caráter de vistoria de lavra”.

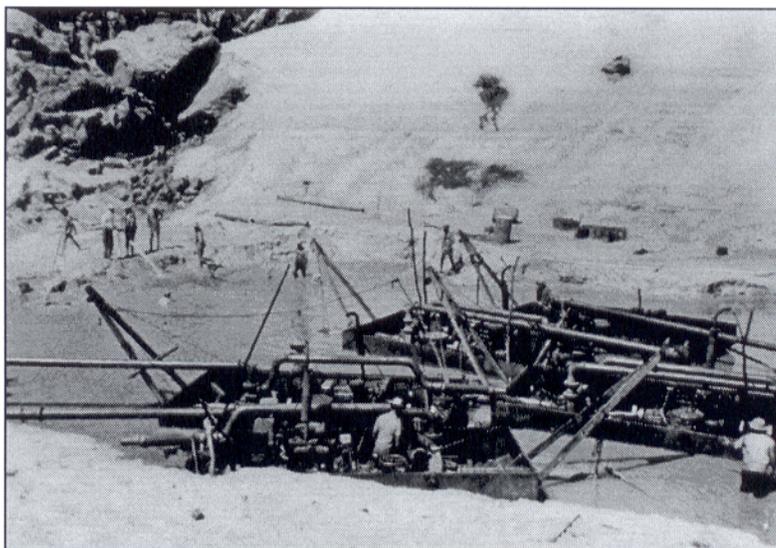
No mesmo relatório são citadas as empresas norte americanas Ocean Mining e Mineração Ananaquara, não especificando se estas empresas faziam parte ou não do mesmo grupo da mineração Caeté- Mirim S.A.

Segundo o Relatório de Vistoria, a área do Canal do Jahú foi a primeira área legalmente requerida na região do rio Tocantins/PA. Porém, durante a pesquisa bibliográfica nos arquivos do DNPM em Belém, foram encontradas referências a um processo ainda mais antigo, tratando da pesquisa de diamantes na região: Processo DNPM número 010950/; data 01/ 12/ 42 - titular: Guilherme Bessa D’Oliveira Filho, em 26/ 06/ 44; local Ilha das Pacas, Mãe Maria e Canal do Jahú; alvará de pesquisa para diamante, DOU 26/ 06/ 44. Segundo informações do DNPM/ Belém, este processo de alto valor histórico, teria sido incinerado.

As empresas de mineração que na época atuavam na região do Baixo Rio Tocantins, usavam diversos métodos na exploração do diamante, inclusive sondagens (Figuras 22 e 23).

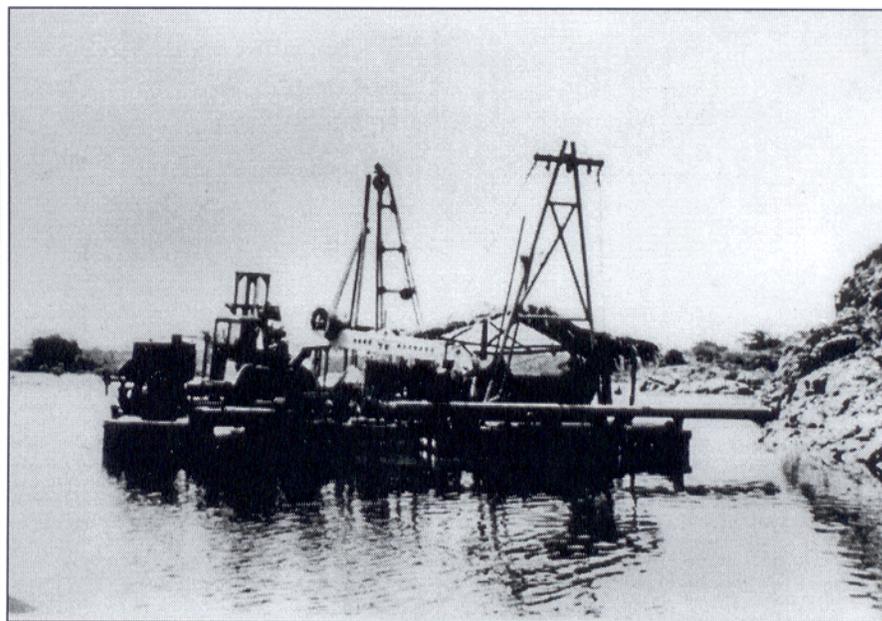
O aluvião diamantífero era extraído utilizando balsas com moto-bombas de 6 polegadas ou com a utilização de escafandristas. A concentração era realizada em uma planta (Figura 24) utilizando métodos gravimétricos. A apuração final era efetuada manualmente (Patury, 1955).

O método de secar uma parte de um canal do rio através de barragens improvisadas também foi utilizado pela empresa Mineração Caeté-Mirim S/A por exemplo no *Poço do Antonico*. Foram construídos vários “matames”, esgotando a água acumulada com emprego de bombas de 5 e de 6 polegadas conjugadas com motores à óleo de 75 e de 100 HP. No fundo do canal foram abertas cavas, escoradas precariamente por madeiras (Figura 25) para explorar o diamante (Patury, 1957).



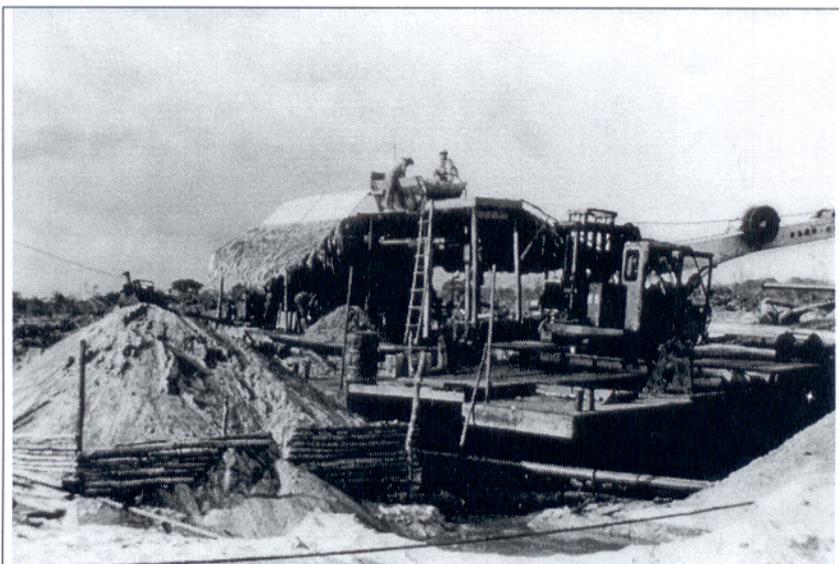
Empresa de mineração Caeté-Mirim S.A. Canal do Jahú, Baixo Rio Tocantins. Fonte: Patury, 1955.

Figura 22 - Balsas de produção



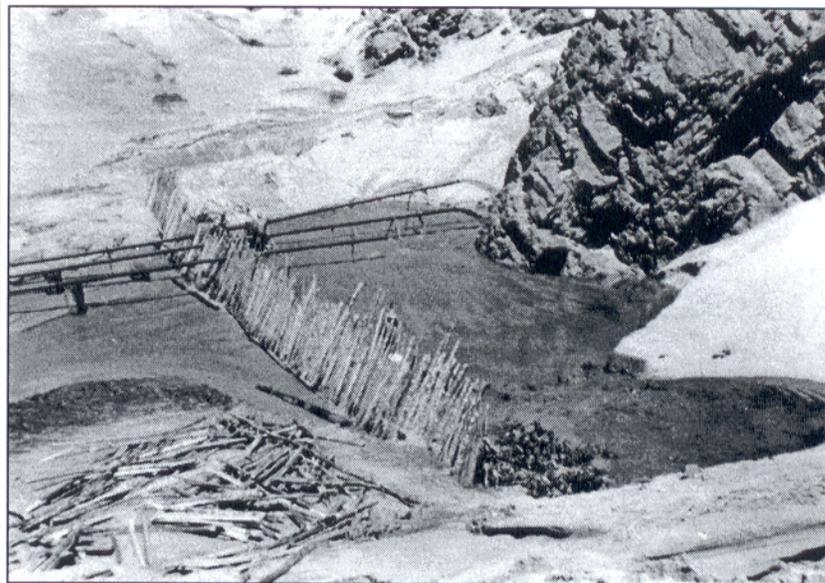
Empresa de mineração Caeté-Mirim S.A. Canal do Jahú, Baixo Rio Tocantins. Fonte: Patury, 1955

Figura 23 - Balsas com sondas.



Empresa de mineração Caeté-Mirim S.A. Canal do Jahú, Baixo Rio Tocantins. Fonte: Patury, 1955

Figura 24 – Planta de concentração



Empresa de mineração Caeté-Mirim S.A., Canal do Jahú, Baixo Rio Tocantins. Fonte: Patury, 1955.

Figura 25 - Barragens improvisadas

5.3. ENTREVISTAS.

Os entrevistados, todos envolvidos pessoalmente com o garimpo de diamantes na época do seu auge, estão hoje na faixa dos 70 anos de idade. Representam a memória viva do que foi um dia o garimpo de diamantes no Baixo Rio Tocantins, talvez uma última oportunidade para o resgate de dados não registradas pela literatura. As informações colhidas foram incluídas parcialmente no capítulo 5. 2 (Histórico).

5.4. GARIMPEIROS TRABALHANDO ATUALMENTE.

Na época da realização do levantamento estavam trabalhando na região do Baixo Rio Tocantins:

- 1) Uma “balsa” (nome “Chico Ourives”), com tripulação de 5 garimpeiros escafandristas, tendo como proprietário o sr. Alton Arraes;
- 2) Um número variável de não mais de 30 garimpeiros independentes, com equipamento rudimentar (pás e peneiras), distribuídos ao longo do trecho compreendido entre as cidades de São João do Araguaia e Tucuruí.

5.5. MAPEAMENTO GEOLÓGICO EXPEDITO.

Na área da amostragem, quartzo sericita-clorita xistos da Formação Couto Magalhães (Almeida *et al.*,1995) dispostos em direção aproximada norte-sul, formam diversos travessões que retêm minerais pesados carreados pelo rio. O aluvião diamantífero é composto na sua maior parte de areia quartzosa com granulação média a grossa e subordinadamente por seixos sub arredondados a irregulares de óxidos de ferro, dentre outros.

No município de Itupiranga, foram encontrados afloramentos de conglomerado ferruginoso (Figura 26) semelhantes àqueles que, segundo Patury, seriam uma possível fonte para o diamante na região (Figura 27).



Município de Itupiranga, margem esquerda do rio Tocantins.

Figura 26 – Afloramento de conglomerado ferrífero



Município de Itupiranga, margem esquerda do rio Tocantins.

Fonte: Patury, 1955.

Figura 27 – Afloramento histórico de conglomerado ferrífero.

5.6. NOVAS OCORRÊNCIAS DE DIAMANTE

Trabalhos de campo evidenciaram ocorrências de diamantes na região da Serra dos Carajás, ainda não mencionadas na literatura disponível. Estão localizadas em aluviões recentes dos rios Itacaiúnas, Parauapebas e Sororó, além da grota do Sereno, próximo à Serra Pelada (Figura 28). Os diamantes destacam-se por apresentarem predominantemente cor branca; boa transparência; pesos entre 0,05 e 0,15 quilates; cristais bem formados, superfícies das faces lisas, cantos e arestas vivos.

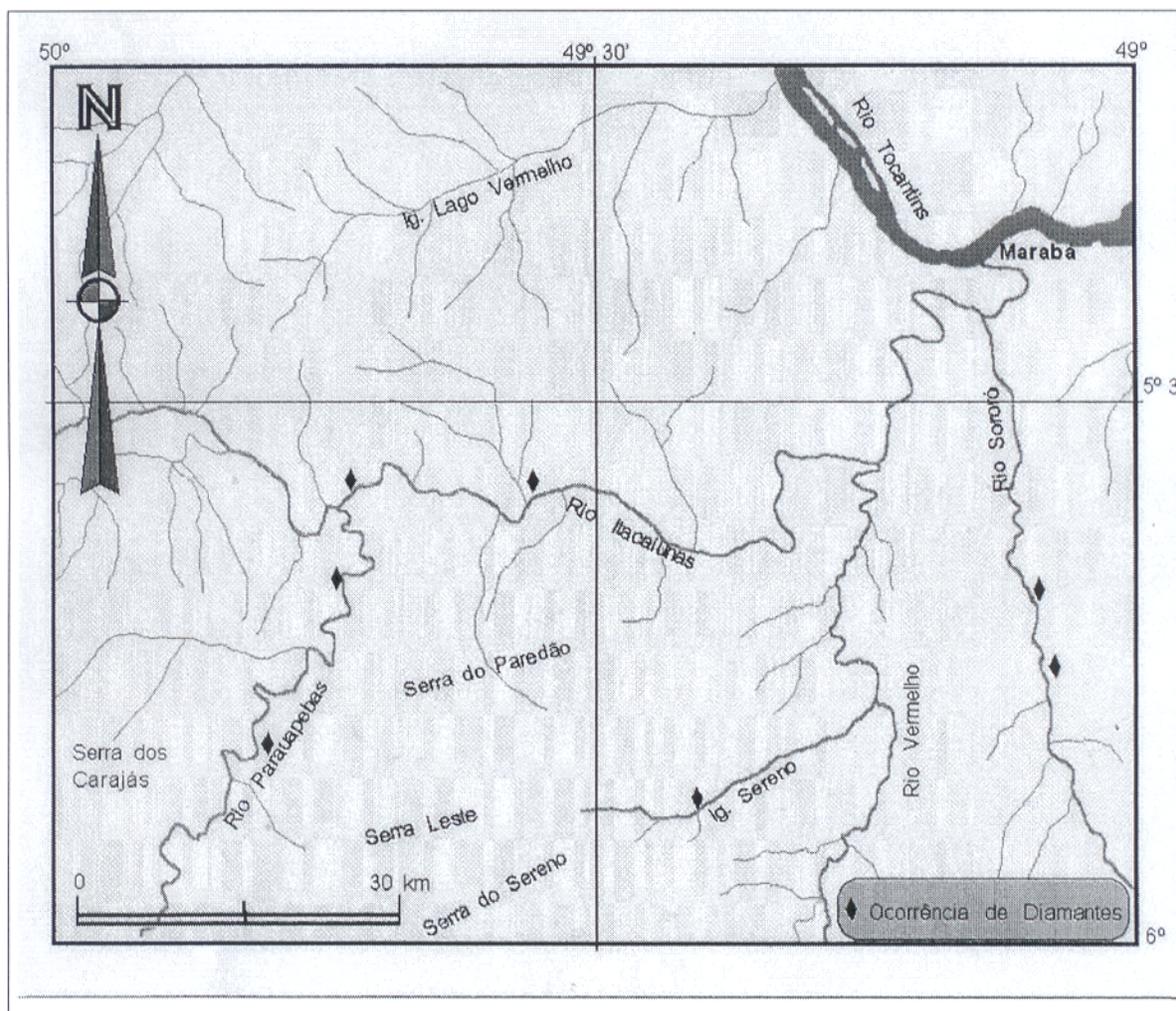


Figura 28 – Novas ocorrências

5.7. DIAMANTES DE SÃO JOÃO DO ARAGUAIA

5.7.1. Características mineralógicas

O lote de 84 diamantes produzido em São João do Araguaia e estudado neste trabalho, apresentou as características mineralógicas reunidas na Tabela 5. Acompanhando a metodologia de Barbosa (1991), a classificação quanto à qualidade dos diamantes é simplificada e restrita a três unidades: lapidável, indústria e “de fundo”.

Tabela 5 - Características mineralógicas dos diamantes de São João do Araguaia.

Amostra	peso (ct)	cor	Características
H90	0,46	branco	cristal bem formado, hábito dodecaédrico, transparência boa, lapidável, superfície externa lisa, arestas vivas, pequenas inclusões na forma de vários pontos de cor negra.
H91	1,26	Amarelo fraco	cristal bem formado, hábito octaédrico, transparência boa, lapidável, superfície externa lisa, arestas vivas, apresenta uma inclusão alongada, de cor negra.
H92	1,42	amarelo fraco	cristal bem formado, hábito octaédrico, não apresenta transparência, lapidável, superfície externa com figuras de corrosão, arestas vivas, inclusões não aparentes.
H93	0,45	branco	cristal bem formado, hábito rombododecaédrico, transparência regular, lapidável, superfície externa corrugada, arestas vivas, uma inclusão cor verde pontual.
H94	0,68	branco com tom amarelado	cristal bem formado, hábito octaédrico, transparência regular, lapidável, superfície externa corroída, arestas vivas, uma inclusão grande de cor marrom próximo à superfície.
H95	0,25	amarelo fraco	cristal fraturado; hábito dodecaédrico; boa transparência ; indústria ; superfície externa lisa ; arestas vivas; com pequenas inclusões negras.
H96	0,87	amarelo fraco	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência regular; indústria; superfície externa com figuras de corrosão; arestas vivas; pequenas inclusões negras na parte central.
H97	0,12	amarelo	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência regular; indústria; superfície externa lisa; arestas vivas; uma inclusão preta pontual.

Continuação da Tabela 5.

H98	0,08	amarelo fraco	crystal bem formado; hábito octaédrico; transparência regular ; indústria; superfície externa lisa; arestas vivas ; muitas pequenas inclusões cor negra distribuídas irregularmente.
H99	0,19	amarelo fraco	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência regular; indústria; superfície externa lisa; arestas vivas; inclusões pequenas negras abundantes.
H100	0,125	amarelo fraco	crystal bem formado; hábito rombododecaédrico; transparência boa; indústria; superfície externa lisa ; arestas vivas; várias pequenas inclusões pontuais negras, uma inclusão maior na porção central.
H101	0,35	branco	fragmento de um crystal maior; hábito octaédrico; transparência boa; lapidável; superfície externa lisa; arestas vivas; poucas e pequenas inclusões negras.
H102	0,12	amarelo fraco	fragmento de um crystal maior; hábito octaédrico; transparência boa; lapidável; superfície externa lisa; arestas desgastadas; apresenta fraturamentos internos.
H103	0,78	amarelo fraco	crystal bem formado; hábito octaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisas; arestas vivas; inclusões ausentes.
H104	0,54	branco com tom amarelo	crystal bem formado; hábito octaédrico; transparência média; lapidável; superfície das faces lisas; arestas com sinais de desgaste; uma inclusão pontual negra na porção central.
H105	0,22	amarelo fraco	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência regular; indústria; superfície das faces corrugada; arestas vivas; pequenas inclusões negras e esverdeadas.
H106	0,12	amarelo	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisas; arestas vivas; inclusões ausentes.
H107	0,15	amarelo fraco	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; vários pontos pretos próximos à superfície.
H108	0,32	amarelo	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência regular; indústria; superfície das faces lisa; arestas vivas; várias pequenas inclusões negras.
H109	0,67	amarelo	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; indústria; superfície das faces lisas; arestas vivas; várias inclusões pontuais negras e fratura interna.
H110	0,47	amarelo	crystal bem formado; hábito octaédrico; transparência regular; indústria, superfície das faces lisa; arestas vivas; várias inclusões pretas pequenas e uma inclusão preta maior, próximo à superfície.

Continuação da Tabela 5.

H111	0,23	branco	cristal bem formado; hábito octaédrico; transparência fraca; indústria; superfície das faces bastante corroída; arestas arredondadas; inclusões não aparentes.
H112	0,07	amarelo fraco	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência regular; indústria; superfície das faces lisa; arestas vivas; várias inclusões negras de tamanho médio.
H114	0,32	amarelo com tom marrom	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; indústria; superfície das faces com sinais de alguma corrosão; arestas vivas; inclusão puntual preta na porção central, fratura interna.
H115	0,53	amarelo	cristal bem formado; hábito octaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.
H116	0,24	amarelo fraco	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência muito boa; lapidável; superfície das faces lisa com brilho intenso; arestas bem vivas; múltiplas pequenas inclusões pretas, com fratura interna.
H117	0,11	amarelo	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência fraca; lapidável; superfície das faces lisa; arestas bem vivas; inclusões ausentes.
H118	0,20	amarelo	cristal bem formado; hábito octaédrico; transparência boa, apresenta <i>fogo</i> característico; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusão preta tamanho pequeno, de cor negra, próximo à superfície.
H119	0,26	branco	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência média; indústria; superfície das faces lisa; arestas vivas; com poucas inclusões pontuais.
H120	0,12	amarelo fraco	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.
H121	0,22	branco	cristal bem formado; hábito octaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.
H122	0,15	amarelo fraco	cristal bem formado; hábito octaédrico; transparência boa; indústria; superfície das faces lisa; arestas vivas; uma pequena inclusão negra, com fraturas internas.
H123	0,39	amarelo	cristal com forma irregular; transparência fraca; indústria; superfície das faces corroídas; arestas arredondadas; duas inclusões pontuais negras.
H124	0,08	marrom	cristal bem formado; hábito octaédrico; transparência média; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.

Continuação da Tabela 5.

H125	0,28	branco com tom amarelo	crystal bem formado; hábito octaédrico; translúcido; indústria; superfície das faces corrugadas; arestas arredondadas; uma inclusão grande na parte central.
H126	0,12	branco	crystal bem formado; hábito octaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces com figuras de corrosão (triângulos); arestas um pouco arredondadas; inclusões ausentes.
H127	0,10	amarelo fraco	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisas; arestas vivas; uma inclusão de cor preta na parte central.
H128	0,14	amarelo	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.
H129	0,12	branca	crystal bem formado; hábito octaédrico; transparência boa; indústria; superfície das faces lisa; arestas vivas; várias inclusões médias, de cor preta.
H130	0,10	amarelo muito fraco	crystal bem formado; hábito rombododecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.
H131	0,25	amarelo fraco	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; uma grande inclusão negra na parte mediana.
H132	0,15	amarelo fraco	crystal bem formado; hábito octaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; uma fratura interna.
H133	0,08	amarelo fraco com tom marrom	crystal bem formado; hábito rombododecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; uma pequena inclusão esverdeada próximo à superfície.
H134	0,25	branco com tom verde	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; indústria; superfície das faces lisa; arestas vivas; várias inclusões pontuais negras.
H135	0,12	branco com tom amarelo	crystal muito bem formado; hábito octaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.
H136	0,40	amarelo com tom marrom	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência regular; lapidável; superfície das faces levemente corrugadas; arestas vivas; inclusões alongadas negras.
H137	0,21	amarelo	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência regular; indústria; superfície das faces lisas; arestas vivas; inclusões ausentes.

Continuação da Tabela 5.

H138	0,25	amarelo	crystal bem formado; hábito octaédrico; transparência regular; indústria; superfície das faces lisa; arestas arredondadas; várias inclusões negras.
H139	0,30	branco	fragmento de um cristal maior; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; inclusões ausentes.
H144	0,14	amarelo muito fraco	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência ótima; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; uma pequena inclusão na parte central.
H146	0,11	amarelo fraco	crystal bem formado; hábito rombododecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões pequenas e raras próximo à superfície.
H147	0,14	amarelo fraco	fragmento de um cristal maior, tem formato irregular; transparência boa; lapidável; uma pequena inclusão negra próximo à superfície.
H148	0,09	amarelo fraco	fragmento de formato irregular; transparência média; lapidável; inclusões ausentes.
H149	0,07	amarelo	crystal bem formado; hábito octaédrico; apresenta uma capa clara, quase opaca; lapidável; faces com figuras de corrosão; arestas vivas; inclusões ausentes.
H150	0,11	amarelo médio com tom esverdeado	crystal bem formado; hábito octaédrico; apresenta uma capa clara, fina; indústria; arestas vivas; inclusões ausentes.
H151	0,07	branco com tom amarelo	crystal muito bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa, apresenta "fogo"; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.
H152	0,11	amarelo fraco	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces com figuras de corrosão (<i>trigons</i>); arestas vivas; inclusões ausentes.
H153	0,09	branco com tom amarelo	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces corrugadas; arestas vivas; uma pequena inclusão negra.
H154	0,09	amarelo verde fraco	crystal mal formado; hábito rombododecaédrico; transparência fraca; indústria, superfície das faces corrugada; arestas vivas; inclusões aparentemente ausentes.
H157	0,50	amarelo	crystal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; indústria; superfície das faces lisa; arestas vivas; uma pequena inclusão de cor verde na parte central.

Continuação da Tabela 5

H158	0,31	amarelo	fragmento de um cristal maior, forma irregular; transparência boa; indústria; uma inclusão pontual cor negra.
H159	0,35	amarelo	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces com figuras de corrosão; arestas vivas; uma inclusão de tamanho médio na parte central.
H160	0,21	amarelo	cristal bem formado; hábito octaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces com figuras de corrosão; arestas vivas; inclusões ausentes.
H161	0,19	amarelo	fragmento de um cristal maior; forma irregular; transparência boa; lapidável; uma inclusão pontual negra próximo à superfície.
H162	0,23	branco	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.
H163	0,20	amarelo	cristal bem formado; hábito octaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; uma inclusão preta próximo à superfície.
H164	0,28	amarelo	cristal bem formado; hábito octaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.
H165	0,195	amarelo com tom marrom	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; indústria; superfície das faces lisa; arestas vivas; várias pequenas inclusões pretas e uma fratura interna.
H166	0,14	branco	cristal muito bem formado; hábito rombododecaédrico; transparência ótima, com “fogo”; lapidável, o melhor cristal de todo o lote examinado; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.
H167	1,18	branco com tom suave de amarelo	cristal muito bem formado; hábito octaédrico perfeito; transparência muito boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.
H168	0,175	marrom	fragmento de um cristal maior; forma irregular; transparência fraca; indústria; superfícies das faces com perfurações, arestas vivas, quando presentes; uma inclusão de cor negra, de tamanho médio, próximo à superfície.
H169	0,73	branco com tom verde	Cristal de forma irregular; apresenta uma capa opaca; indústria; superfície das faces corrugada; arestas vivas; inclusões não aparentes.
H170	0,30	amarelo	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces com figuras de corrosão; arestas vivas; várias inclusões pontuais negras.

Conclusão da Tabela 5.

H171	0,23	branco com tom marrom fraco	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; uma inclusão grande preta próximo à superfície.
H172	0,09	branco com tom esverdeado	fragmento de um cristal maior; forma irregular; transparência média; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.
H173	0,04	branco com tom amarelo	cristal muito bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa, com “fogo”; lapidável; superfície das faces um pouco corrugadas; arestas vivas; inclusões ausentes.
H174	0,18	branco	cristal bem formado; hábito rombododecaédrico; transparência; boa; lapidável; superfície das faces lisas com brilho; arestas vivas; uma pequena inclusão na parte central.
H175	0,94	marrom	fragmento de um cristal maior; forma irregular; transparência boa; indústria; superfície das faces lisa, quando existe; arestas desgastadas, quando presentes; com fraturas internas.
H176	0,05	amarelo claro	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces com figuras de corrosão; arestas vivas; uma inclusão de cor marrom, com aspecto de uma raiz de uma planta.
H201	0,30	branco com tom verde fraco	cristal fragmentado; forma irregular; transparência média; indústria; superfície das faces com sinais de desgaste; arestas desgastadas; uma inclusão preta grande, situada próximo à superfície.
H202	0,10	marrom fraco	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência; indústria; superfície das faces com sinais de corrosão; arestas com sinais de desgaste; várias inclusões pretas distribuídas pelo cristal.
H203	0,23	marrom fraco	cristal bem formado; hábito octaédrico; transparência regular; lapidável; superfície das faces com sinais de corrosão; arestas arredondadas; inclusões ausentes.
H242	0,47.	amarelo fraco.	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.
H244	0,38.	amarelo.	cristal bem formado; hábito dodecaédrico; transparência boa; lapidável; superfície das faces lisa; arestas vivas; inclusões ausentes.

Imagens de alguns diamantes provenientes de São João do Araguaia estão representadas pela Figura 29.

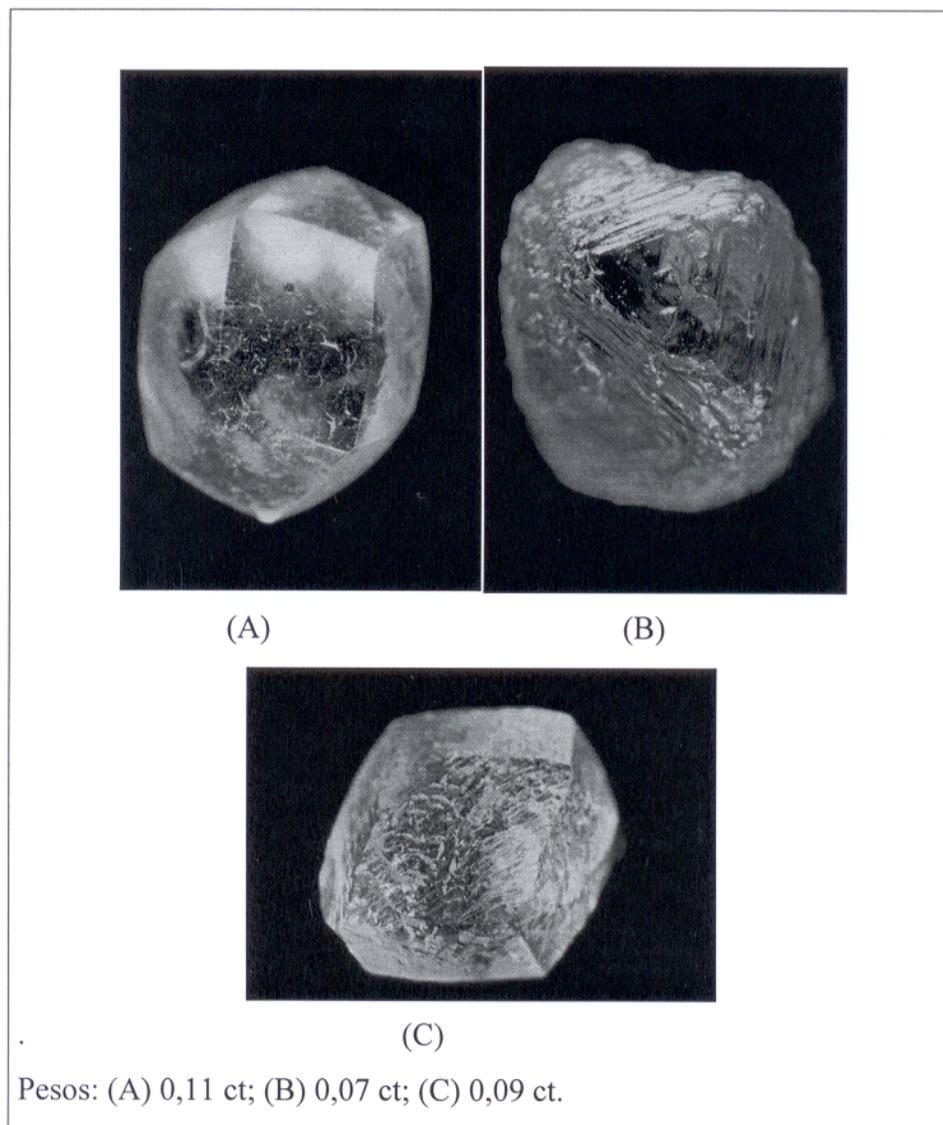


Figura 29 - Diamantes coletados em São João do Araguaia/PA.

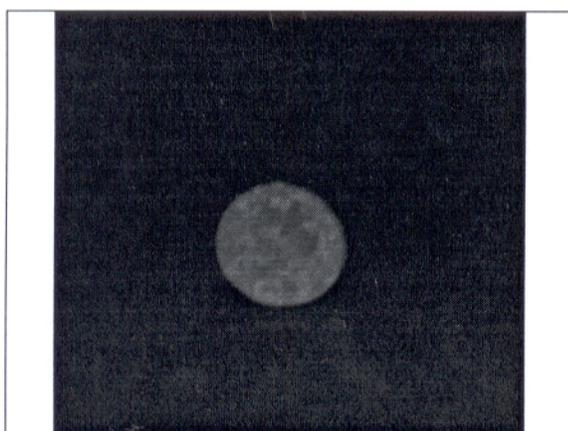
Submetidos à luz UV (onda curta), 84 diamantes do lote produzido em São João do Araguaia apresentaram as reações resumidas na Tabela 6. A Figura 30 ilustra a fluorescência na cor azul de um diamante.

Tabela 6 – Fluorescência nos diamantes

Amostra	Fluorescência	amostra	fluorescência
H90	azul, fraca intensidade	H115	Azul, média intensidade
H91	azul, fraca intensidade	H116	Verde-amarelo, muito fraca intensidade
H92	azul claro, média a fraca intensidade	H117	azul, fraca intensidade
H93	azul, fraca intensidade	H118	azul, fraca intensidade
H94	azul, fraca a média intensidade	H119	azul, fraca a média intensidade
H95	verde-amarelo, fraca intensidade	H120	azul, fraca intensidade
H96	azul, média intensidade	H121	azul, fraca a média intensidade
H97	ausente	H122	azul, fraca intensidade
H98	ausente	H123	ausente
H99	ausente	H124	ausente
H100	ausente	H125	verde-amarelo, fraca intensidade
H101	azul, fraca a média intensidade	H126	azul, fraca intensidade
H102	azul, intensidade muito fraca	H127	azul, fraca intensidade
H103	azul, fraca a média intensidade	H128	verde-amarelo, fraca intensidade
H104	azul, média intensidade	H129	ausente
H105	azul, fraca a média intensidade	H130	azul, fraca intensidade
H106	azul, fraca intensidade	H131	verde-amarelo, fraca intensidade
H107	ausente	H132	azul, fraca intensidade
H108	azul, intensidade muito fraca	H133	ausente
H109	azul, média intensidade	H134	azul, fraca intensidade
H110	azul, fraca intensidade	H135	ausente
H111	azul, fraca intensidade	H136	verde-amarelo, fraca intensidade
H112	ausente	H137	ausente
H114	azul, fraca intensidade	H164	ausente
H139	azul, média intensidade	H165	ausente
H144	amarelo, intensidade muito fraca	H166	ausente
H146	verde- amarelo, fraca intensidade	H167	ausente

Conclusão da Tabela 6

H147	azul, fraca intensidade	H168	ausente
H148	azul, fraca intensidade	H169	azul, média intensidade
H149	verde-amarelo, fraca intensidade	H170	azul, fraca intensidade
H150	azul, intensidade média a fraca	H138	azul, média intensidade
H151	azul, intensidade média a forte	H171	azul, fraca intensidade
H152	azul, intensidade média a forte	H172	azul, média intensidade
H153	azul intensidade média a forte	H173	ausente
H154	azul, intensidade média a forte	H174	azul, média intensidade
H157	azul, média intensidade	H175	ausente
H158	ausente	H176	ausente
H159	ausente	H201	ausente
H160	ausente	H202	ausente
H161	azul, fraca intensidade	H203	verde-amarelo, fraca intensidade
H162	ausente	H242	azul, fraca intensidade
H163	ausente	H244	azul, fraca intensidade



Fonte: Prof. Wegner

Figura 30 – Fluorescência azul em um diamante.

5.7.2. Resultados estatísticos

Os dados obtidos sobre os diamantes foram reunidos em gráficos apresentados a seguir:

A Figura 31 apresenta a variação relativa dos pesos encontrados no lote de diamantes. A maior concentração está entre 0,25 e 0,50 ct, havendo três amostras que se destacam: H92 com 1,43 ct (a maior pedra do lote); H91 com 1,26 ct e H167 com 1,18 ct.

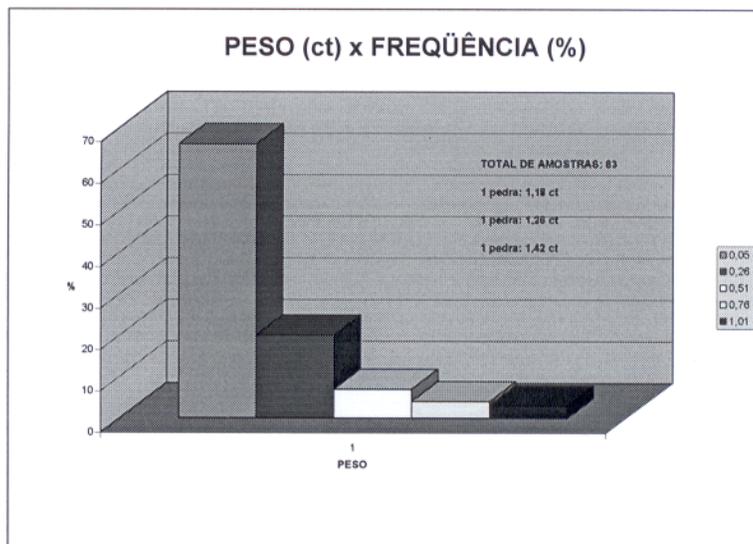


Figura 31 - Variação relativa dos pesos dos diamantes

A Figura 32 apresenta a variação relativa das cores encontradas em 84 diamantes. O domínio é da cor amarela em variadas tonalidades. Seguem, pela ordem decrescente, as cores branca, marrom e verde.

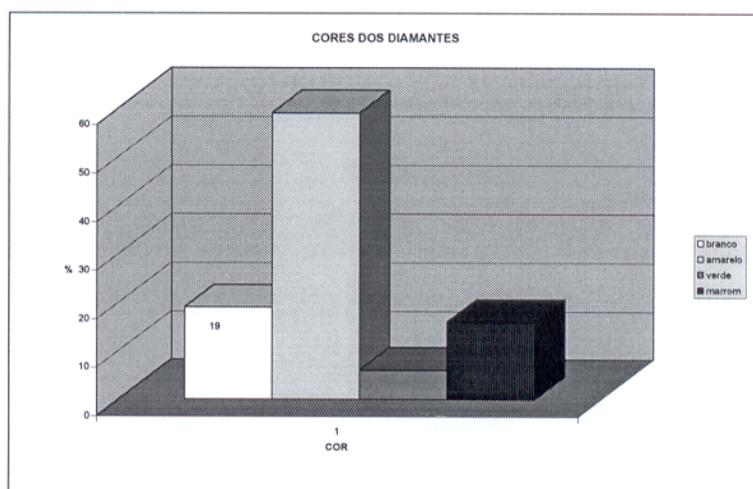


Figura 32 - Variação relativa das cores dos diamantes

A Figura 33 apresenta o resultado do teste de fluorescência. A cor de fluorescência mais freqüente é o azul de fraca intensidade, seguido do azul de intensidade média a forte e, por

último, das cores verde-amareladas de fraca intensidade. Aproximadamente 1/3 dos diamantes não apresentam fluorescência.

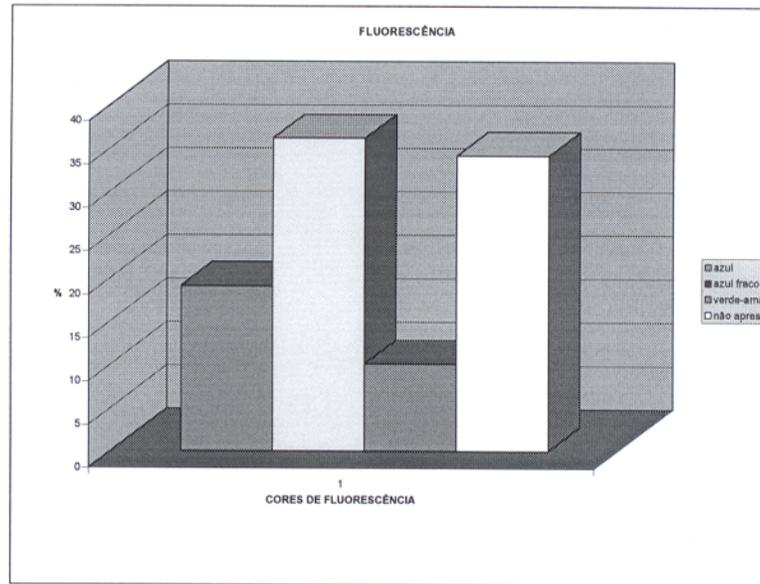


Figura 33- Fluorescência

A Figura 34 apresenta a variação relativa das formas cristalinas encontradas nos 84 diamantes estudados. A forma cristalina dominante é o dodecaédro seguida pelo octaédro e, em menor expressão, pelo rombododecaédro. As formas irregulares ocorrem em cerca de 12% dos cristais.

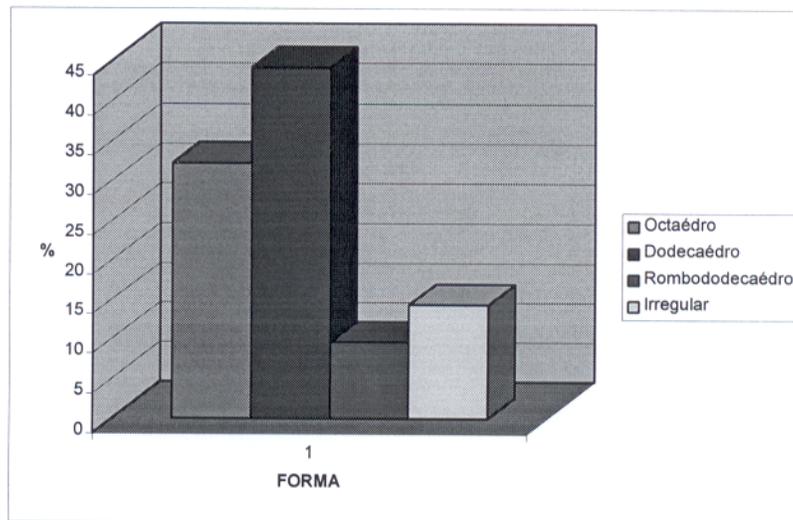


Figura 34- Variação relativa das formas cristalinas

A Figura 35 apresenta a classificação (qualidade) dos diamantes da ocorrência de São João do Araguaia divididos em lapidáveis e de indústria. Ocorre uma prevalência relativamente pequena dos cristais lapidáveis sobre os de indústria.

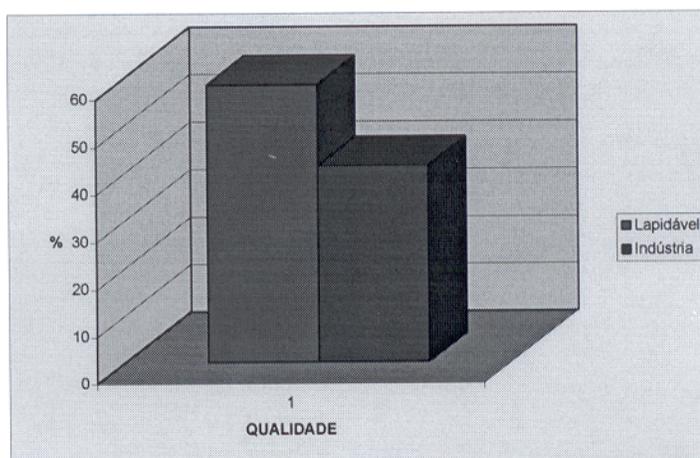


Figura 35– Classificação (Qualidade).

5.7.3. Avaliação

A avaliação do valor comercial dos 24,04 ct de diamantes do lote produzido estimou um valor médio de U\$ 100 por quilate. Este valor foi reconfirmado na prática, com a venda de material para a empresa CINDAM no Rio de Janeiro, onde foi gentilmente reavaliado pelo Sr. E. Steinfeld.

5.7.4. Inclusões

As inclusões encontradas nos diamantes de São João do Araguaia são de tamanhos e formas diversos. A Figura 36 apresenta um diamante com algumas inclusões de cor negra, localizadas próximo à superfície do seu hospedeiro.

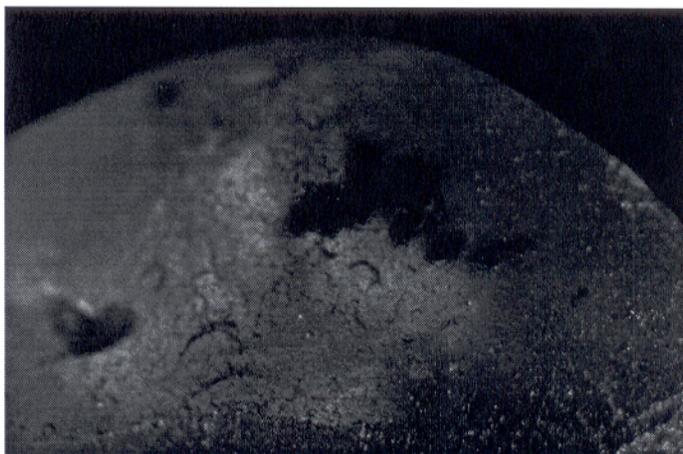
Inclusões hospedadas pelos diamantes H94, H99, H163 e H168, foram estudadas por MEV/EDS, sendo as suas análises químicas semiquantitativas apresentadas a seguir .

O diamante H163 apresenta uma inclusão primária de aspecto arredondado, constituída provavelmente por olivina, cuja imagem e composição química semiquantitativa são apresentados pela Figura 37.

O diamante H168 apresenta uma inclusão primária constituída provavelmente por magnésio-cromita deficiente em oxigênio, cuja imagem e composição química semiquantitativa são apresentados pela Figura 38.

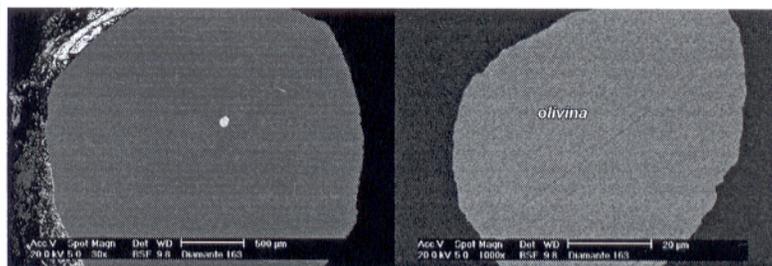
O diamante H94 hospeda uma inclusão alterada, a qual apresenta pequenos cristais contidos em uma microcavidade (Figura 39). A sua composição química semiquantitativa (MEV/EDS) é apresentada pela Figura 40.

O diamante H99 hospeda uma inclusão alterada, a qual apresenta pequenos cristais contidos em uma microcavidade (Figura 41). A sua composição química semiquantitativa (MEV/EDS) é apresentada pela Figura 42.



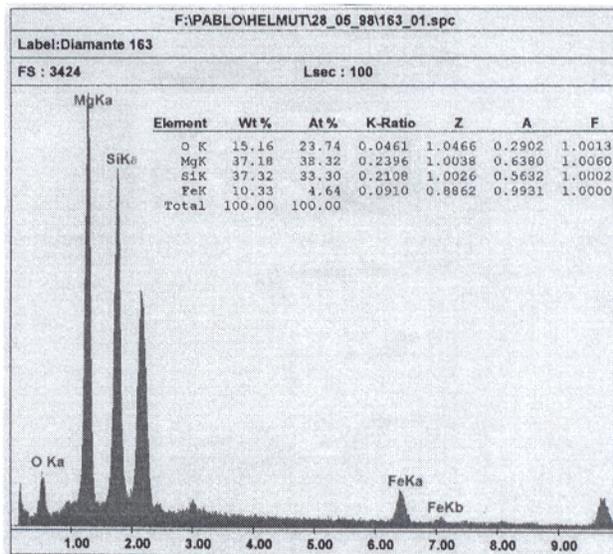
Inclusões de cor negra hospedadas por um diamante coletado em São João do Araguaia.

Figura 36– Inclusões



Aumento: 30x

Aumento: 1.000x



Diamante H163. Imagens e composição química semiquantitativa de uma inclusão

Figura 37– Inclusão primária, provável olivina (MEV/EDS).

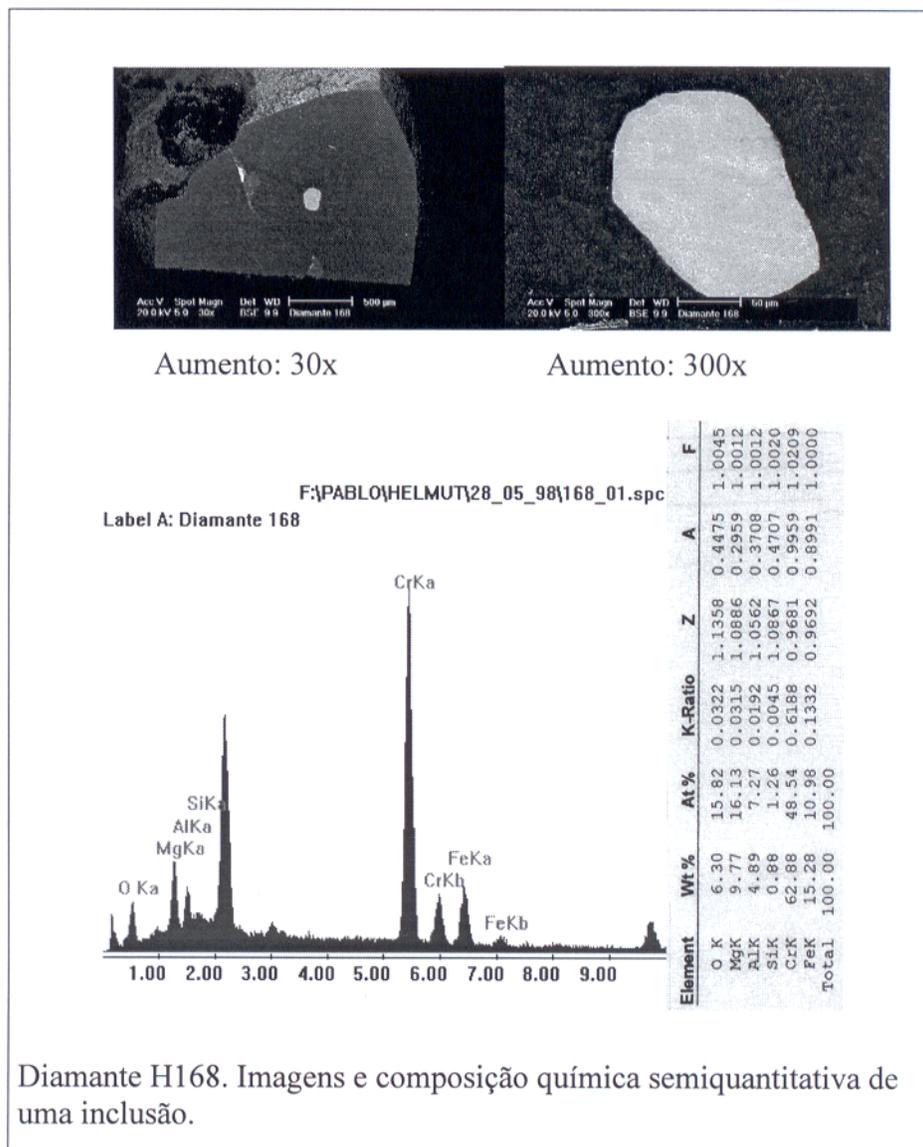


Figura 38 – Inclusão primária, provável magnésio cromita (MEV/EDS).

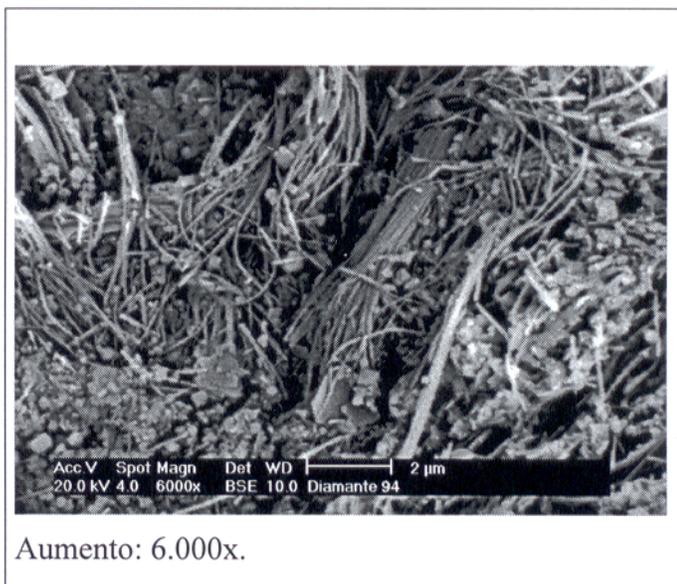


Figura 39 – Cristais em uma inclusão alterada. H94. (MEV/EDS).

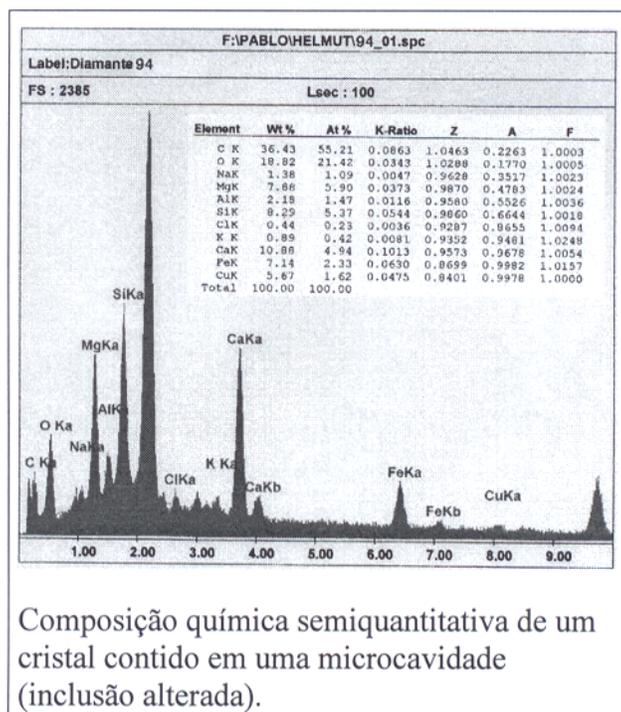


Figura 40– Composição química. H94 (MEV/EDS).

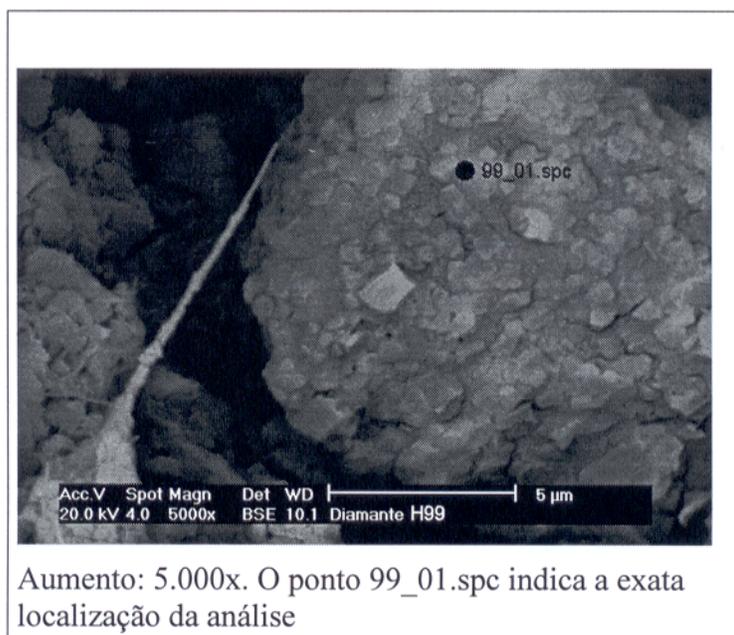


Figura 41 – Cristais em uma inclusão alterada. H99. (MEV/EDS).

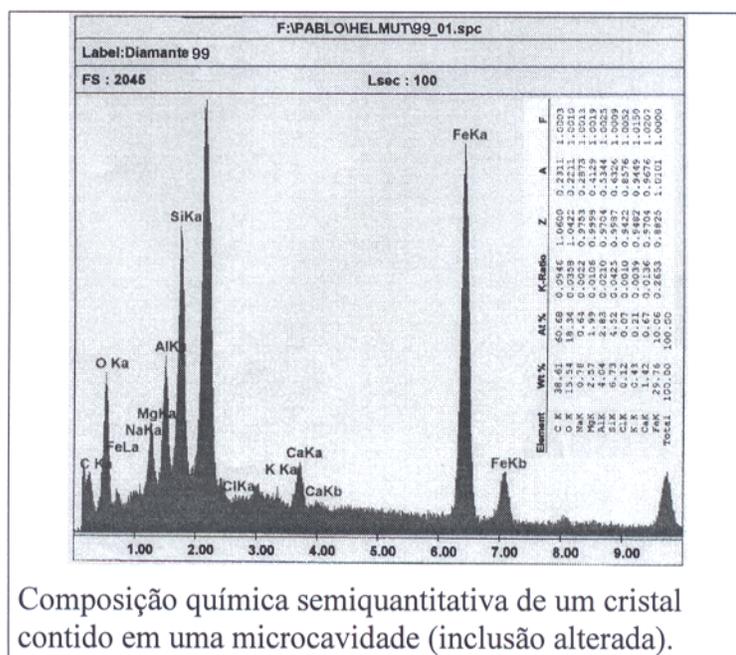


Figura 42 – Composição química. H99 (MEV/EDS).

5.7.5. Imagens e análises por catodoluminescência (CL)

Das cinco amostras submetidas à análise por catodoluminescência, três (diamantes H123, H160 e H171) não apresentaram resposta e duas (diamantes H242 e H244) revelaram estruturas internas à temperatura ambiente. A imagem gerada a partir do diamante H244 apresenta traços

tênuas, ao contrário daquela gerada a partir do diamante H242, o qual revelou uma estrutura esplêndida. O esboço na Figura 43 indica a posição, no diamante, de duas feições apresentadas em destaque pelas Figuras 44 e 45. A Figura 46 é uma composição de várias imagens, representando a estrutura descrita no texto.

O núcleo inicial a partir do qual se deu a cristalização do diamante H242 presumivelmente está situado na porção central da estrutura mapeada.

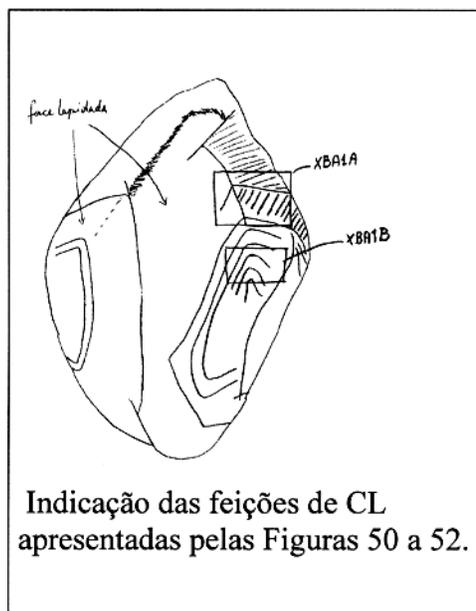


Figura 43 - Esboço do diamante H242

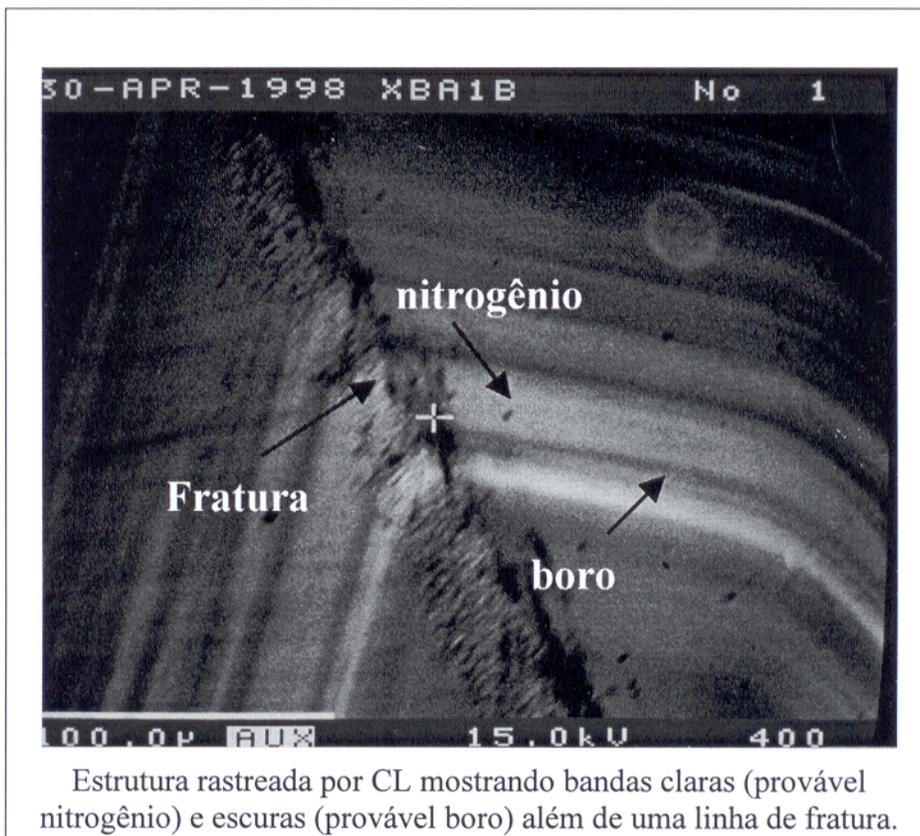
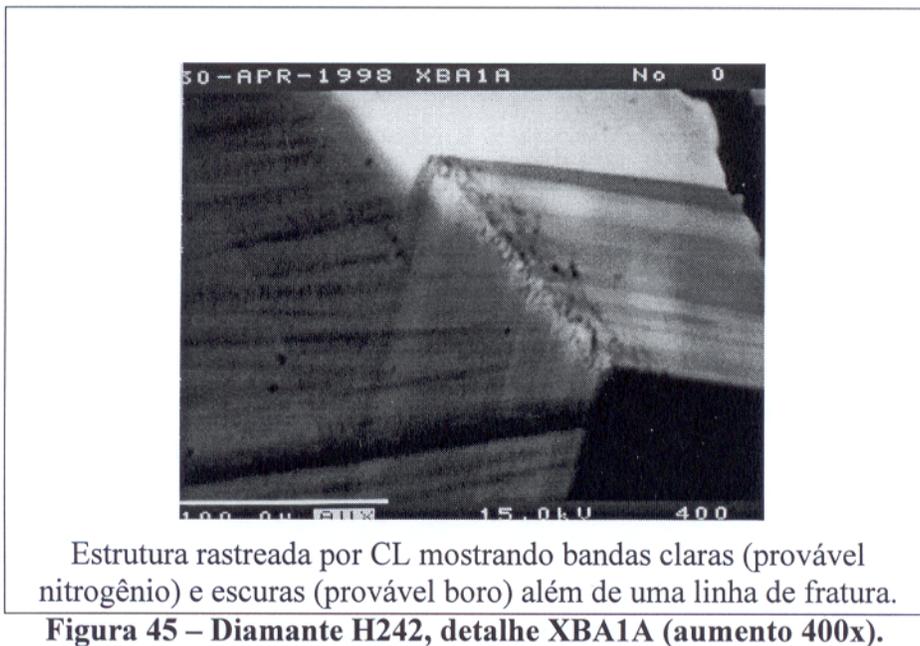


Figura 44 – Diamante H242, detalhe XBA1B (aumento 400x).





Estrutura interna, mostrando uma figura simétrica formada por bandas claras (provável nitrogênio) e escuras (provável boro). Os riscos transversais representam vestígios do polimento, na ocasião da preparação da amostra. A estrutura é atravessada por uma fratura. Aumento 400x

Figura 46 - Diamante H 242. Imagem composta. (CL).

5.8. MINERAIS INDICADORES / ACOMPANHANTES

5.8.1. Introdução

No concentrado de aluvião coletado no leito do Baixo Rio Tocantins, acompanhando o diamante, foram identificados os minerais descritos a seguir. Alguns deles, como a cianita, já tinham sido citados anteriormente pela bibliografia (Patury, 1955). Outros, como o crisoberilo, as variedades de corindon, a estauroлита e as granadas eram de conhecimento dos garimpeiros apenas com suas denominações típicas (respectivamente “esmeralda”, “azulinha”, “chicória” e “pretinha”) porém, não tinham sido antes identificados ou descritos mineralogicamente. A florencita, aparentemente, foi reconhecida e descrita pela primeira vez na região.

5.8.2. Cianita

A cianita (Al_2SiO_5) foi identificada por meio de DRX, sendo o respectivo difratograma apresentado pela Figura 47. A amostra H22 é constituída por um grão de 1,2 cm de comprimento, arestas muito bem arredondadas, cor verde azulado, brilho vítreo, peso específico 3,62.

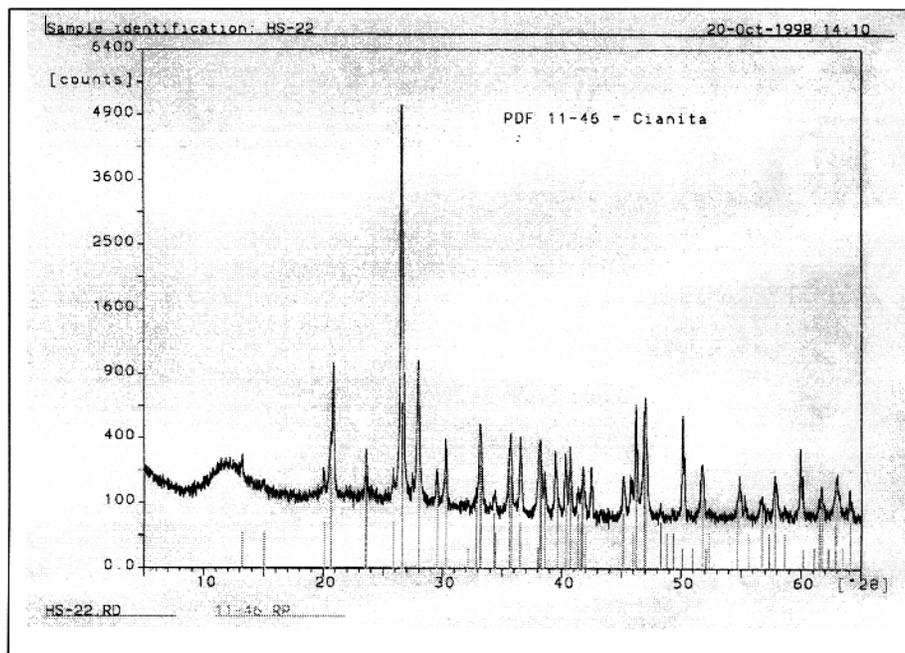
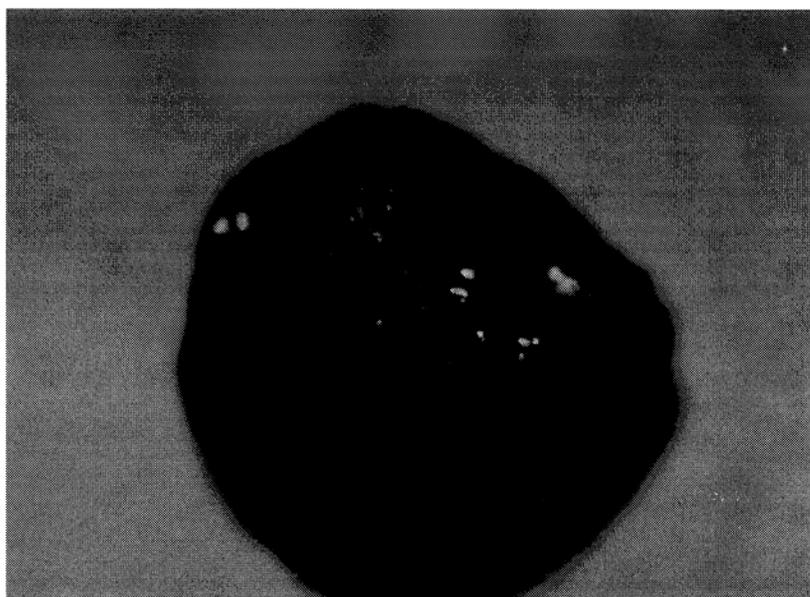


Figura 47 – Cianita (DRX).

5.8.3. Corindon

No concentrado do aluvião foram identificadas por meio de DRX e MEV/EDS as seguintes variedades gemológicas do corindon (Al_2O_3): rubi, safira azul, safira incolor e safira rósea.

Os cristais de rubi apresentam cor característica vermelha (Figura 48), brilho vítreo, boa transparência e peso específico 4,03. Os grãos têm aproximadamente 0,50 cm de diâmetro, arestas e cantos desgastados. A Figura 49 representa o difratograma (DRX) da amostra 14-H, constituída por corindon (rubi) e quartzo. A Figura 50 apresenta a composição química e uma imagem da constituição da superfície (MEV/EDS) da mesma amostra.



Amostra 14-H, coletada no aluvião diamantífero em São João do Araguaia. Diâmetro 0,48 cm.

Figura 48 – Corindon, variedade rubi.

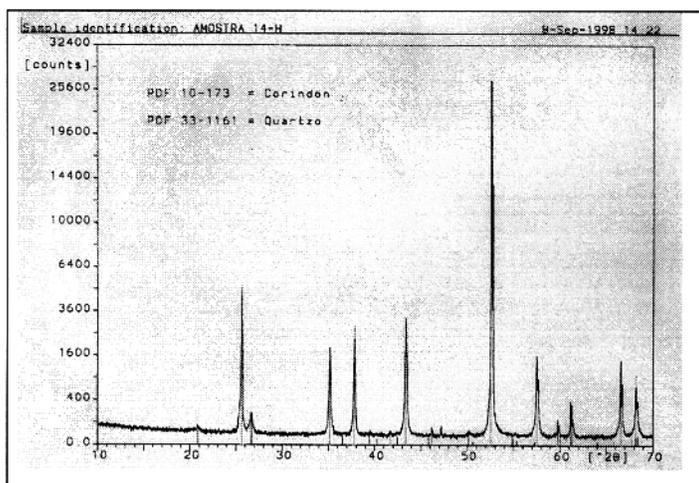


Figura 49 – Corindon, variedade rubi (DRX).

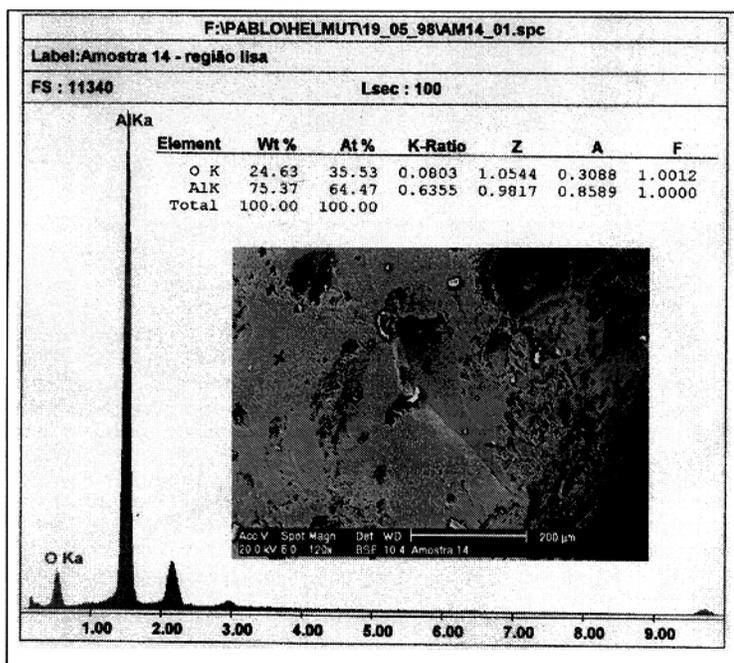
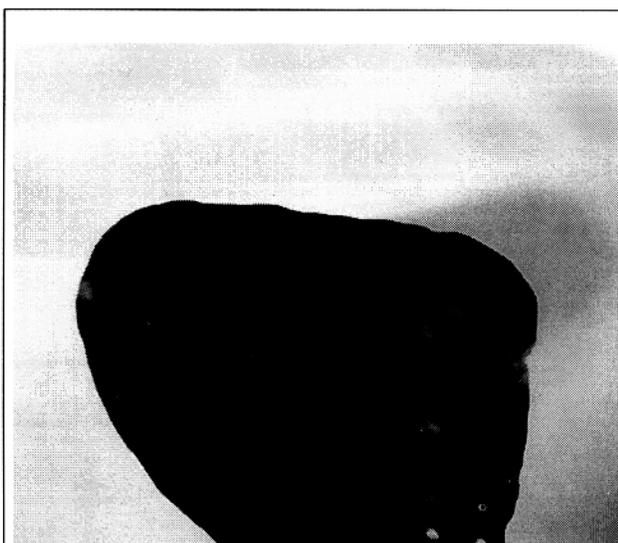


Figura 50 – Corindon, variedade rubi (MEV/EDS).

Os cristais de safira azul apresentam cor azul marinho forte (Figura 51) a azul fraco, brilho vítreo, boa transparência e peso específico 4,03. Os grãos são de tamanho maior do que os do rubi, aproximadamente 0,80 cm de diâmetro, sendo também mais freqüentes. Suas arestas e cantos estão desgastados. A Figura 52 representa o difratograma (DRX) da amostra HS-23, constituída por corindon (safira azul) e quartzo.



Amostra HS-23. Diâmetro do grão: 0,76 cm.

Figura 51 – Corindon, variedade safira azul.

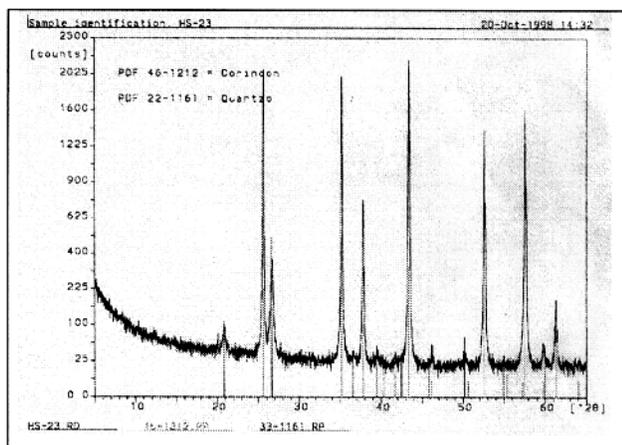


Figura 52 – Corindon, variedade safira azul (DRX).

Os cristais de safira rósea (Figura 53) apresentam cor rosa tênue, brilho vítrio, boa transparência e peso específico 4,03. Os grãos tem, em geral, tamanhos ao redor de 0,60 cm. A Figura 54 apresenta a composição química (MEV/EDS) da amostra 2.

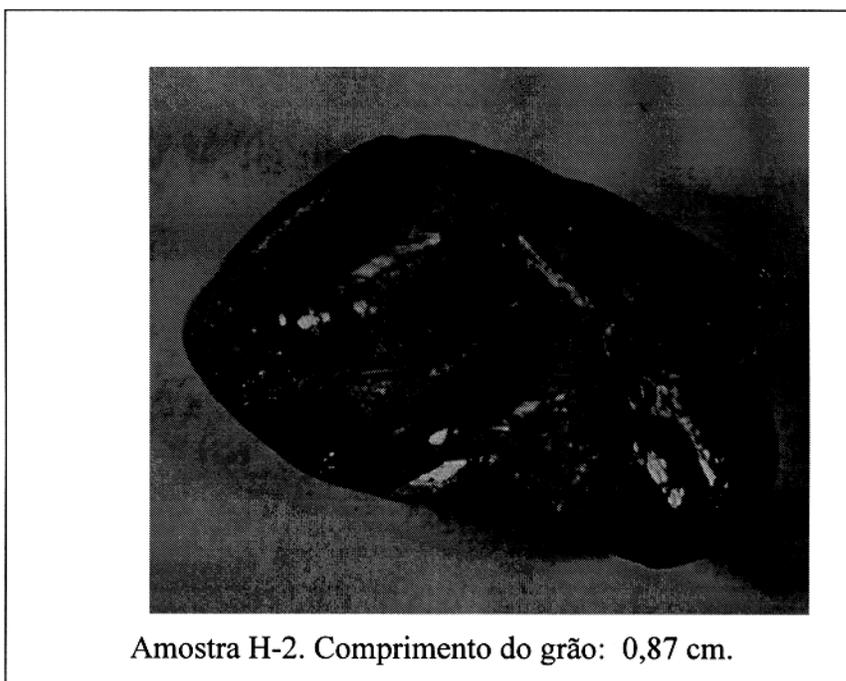


Figura 53 – Corindon, variedade safira rósea.

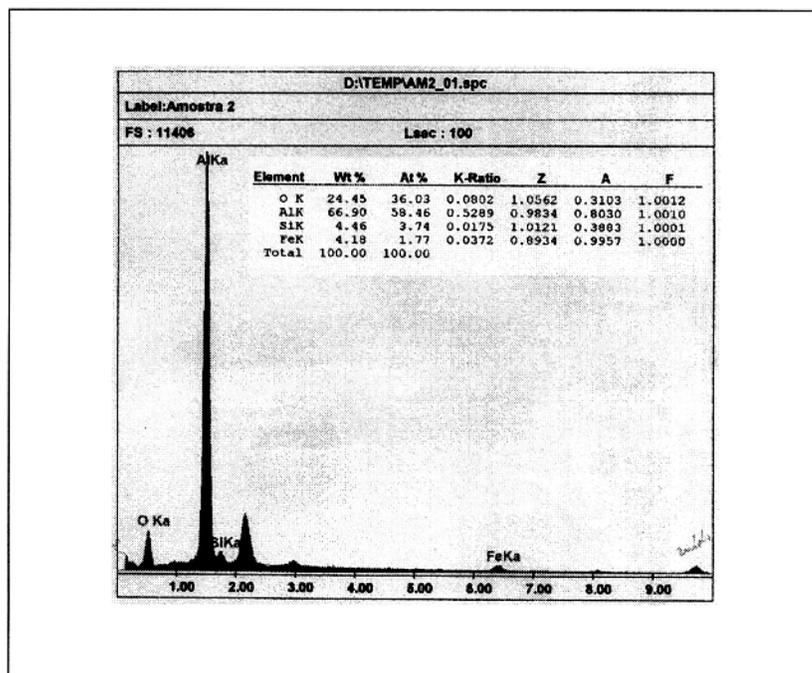


Figura 54– Corindon, variedade safira rósea (MEV/EDS).

Os cristais de safira incolor são mais abundantes do que as outras variedades de corindon no concentrado do aluvião diamantífero em São João do Araguaia. Apresentam brilho vítrio, boa transparência, arestas e cantos desgastados e peso específico 4,03. Podem alcançar tamanhos maiores que 1cm.

5.8.4. Crisoberilo

O crisoberilo ($\text{Be Al}_2 \text{O}_4$) ocorre na forma de grãos com os cantos e arestas vivas, tamanhos de 0,70 cm de comprimento, boa transparência e peso específico 3,74. Na região do Baixo Rio Tocantins é conhecido pelos garimpeiros como “esmeralda”. Esta confusão deve ser causada por sua cor amarelo-esverdeada. A Figura 55 apresenta a fotografia da amostra HS-30 e o seu respectivo difratograma (DRX). A amostra foi coletada no aluvião diamantífero em São João do Araguaia e tem 0,73 cm ao longo do seu eixo maior.

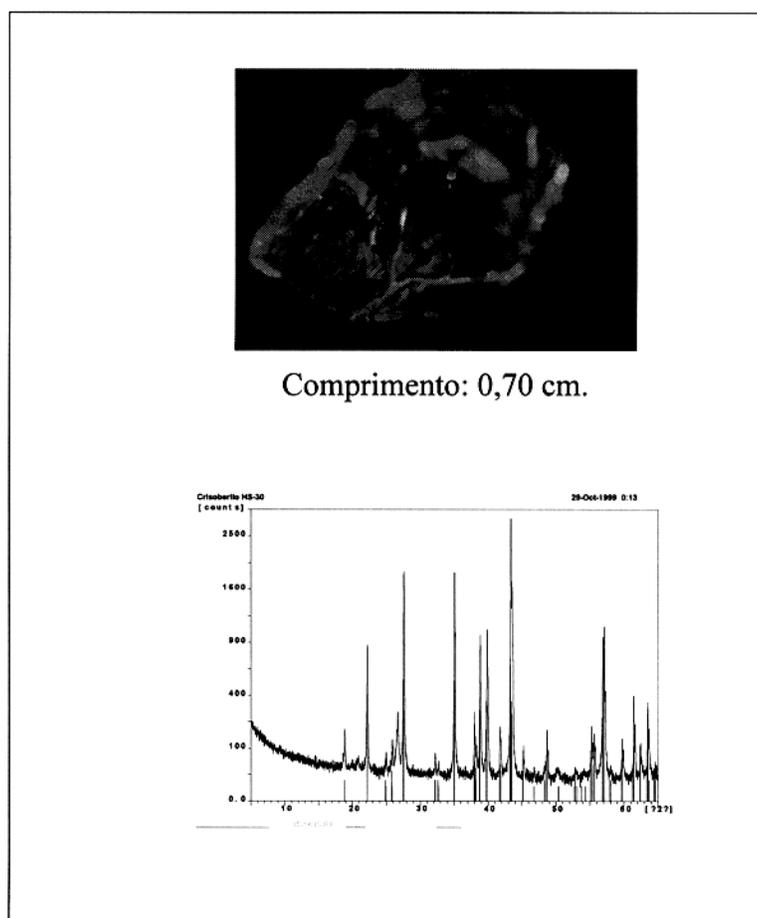


Figura 55 – Crisoberilo, imagem e DRX.

5.8.5. Estauroлита

A estauroлита $[\text{Fe}_2 \text{Al}_9 \text{O}_6 (\text{Si O}_4)_4 (\text{O}, \text{OH})_2]$ ocorre na forma de grãos de cor preta, brilho vítreo, transparência de translúcida a opaca, peso específico 3,69, forma prismática com cantos desgastados. É conhecida pelos garimpeiros do Baixo Rio Tocantins como “pretinha”, sendo a sua presença no aluvião tida como indicativo de mineralização de diamante. A estauroлита foi identificada por meio de difração de raio-X, sendo o respectivo difratograma apresentado pela Figura 56.

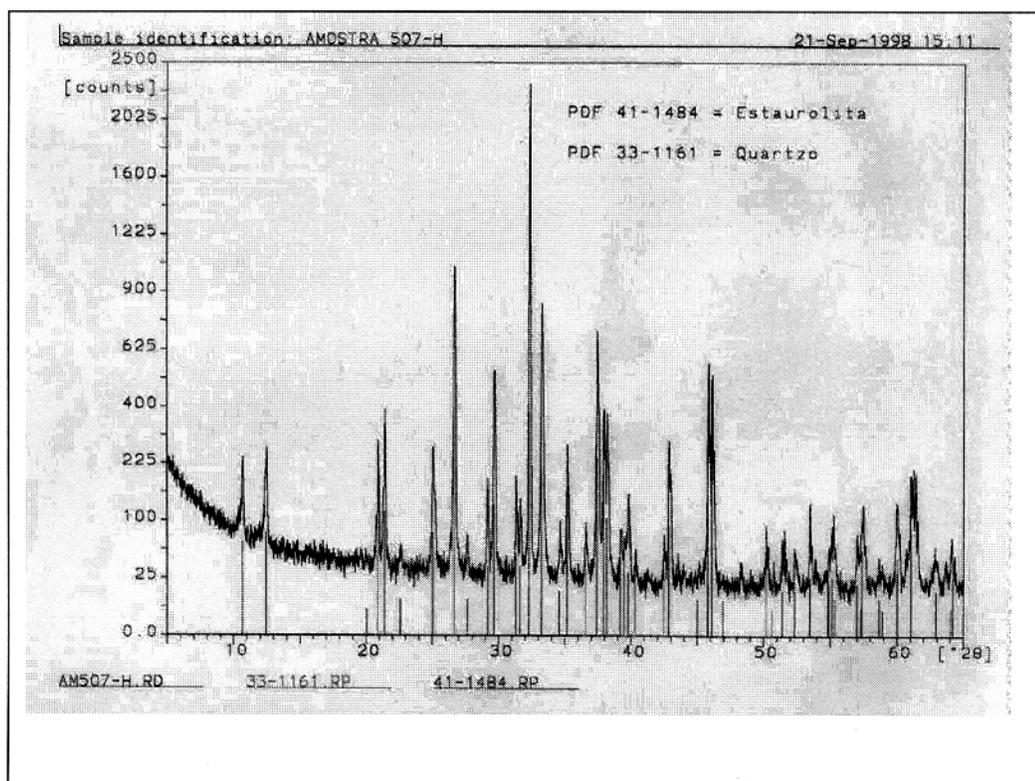


Figura 56 – Estauroлита (DRX).

5.8.6. Florencita

A florencita $[(\text{Nd}, \text{Ce}) \text{Al}_3 (\text{PO}_4)_2 (\text{OH})_6]$ foi identificada por difração de raio-X (Figura 57). A amostra H 620 é composta por rutilo (PDF 21-1276), florencita (PDF 39-0333) e goethita. Macroscopicamente, a amostra H620 pode ser descrita como sendo um grão alongado, de arestas bem arredondadas, dimensão no sentido do eixo maior de 0,87 cm, superfície externa cor marrom claro, lisa, coberta por pequenas perfurações. Em fratura fresca, a cor é cinza chumbo. A Figura 58 (MEV/EDS) retrata a amostra H 620 com um aumento de 20x. Uma parte do grão foi

fraturada em laboratório. O exame com maior detalhe (10.000x) torna visíveis (Figura 59) plaquetas de rutilo acomodadas em uma matriz de florencita.

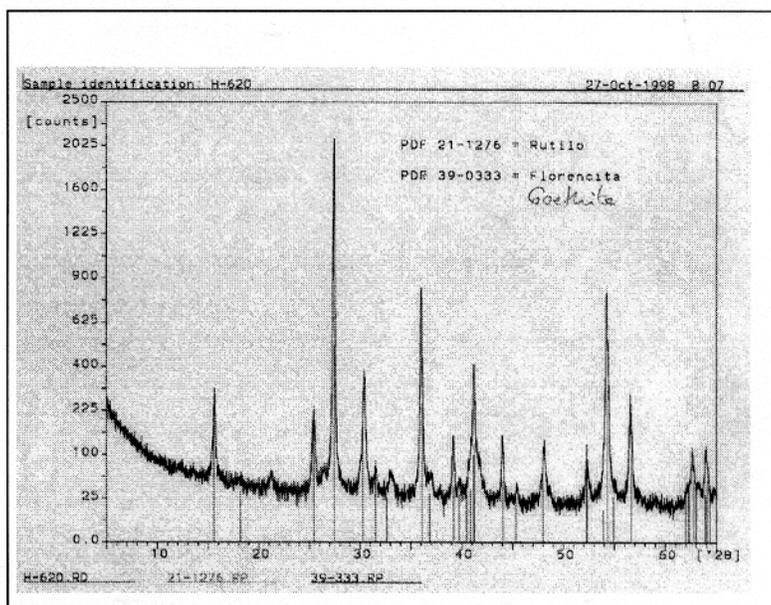


Figura 57 – Florencita (DRX).

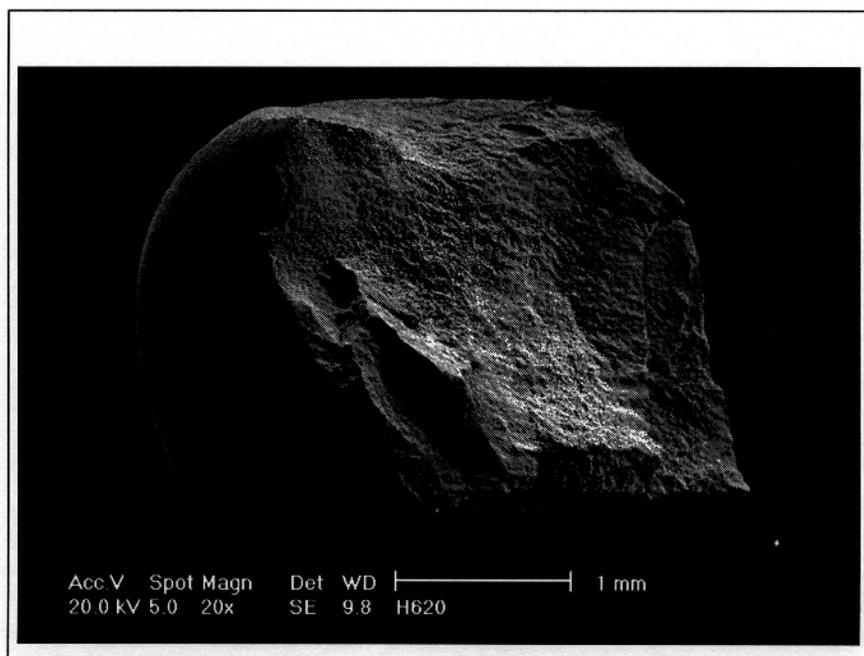


Figura 58 – Florencita (MEV/EDS). Aumento 20x.

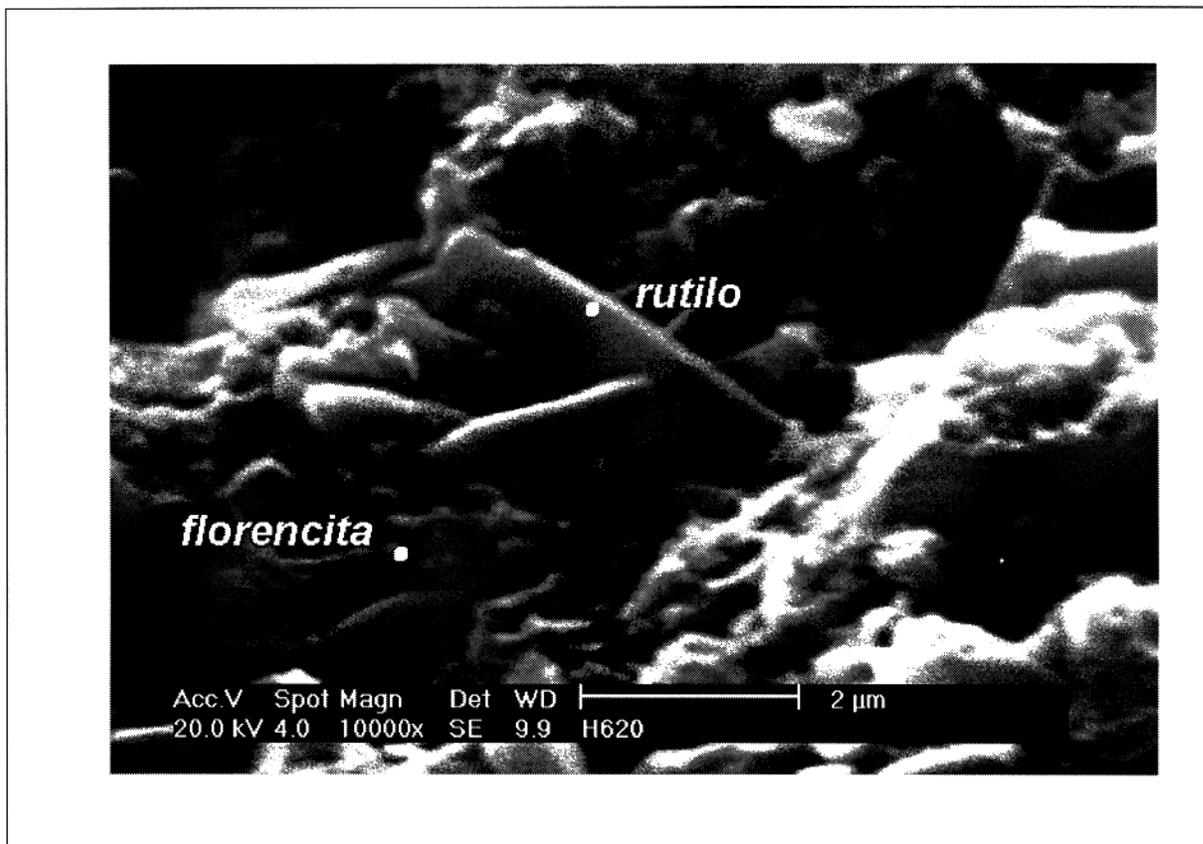


Figura 59 – Florencita (MEV/EDS). Aumento 10.000x.

5.8.7. Granadas

Nos concentrados de aluvião coletados em São João do Araguaia foram encontradas granadas do tipo almandina (Fe-Al-granada) ocorrendo na forma de grãos de cor avermelhada, arredondados, de transparentes a translúcidos, tamanhos em volta de um centímetro e peso específico 4,16 (Figura 60). Identificada por DRX, o difratograma da amostra 17-H (granada almandina), está representado pela Figura 61. A Figura 62 apresenta a composição química e a imagem (MEV/EDS) da mesma amostra.



Comprimento: 1,23 cm.

Figura 60 – Granada almandina

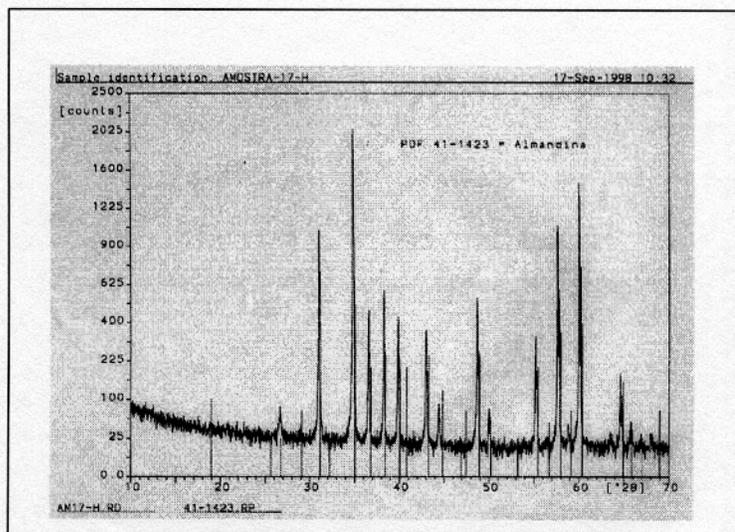


Figura 61 – Granada almandina (DRX).

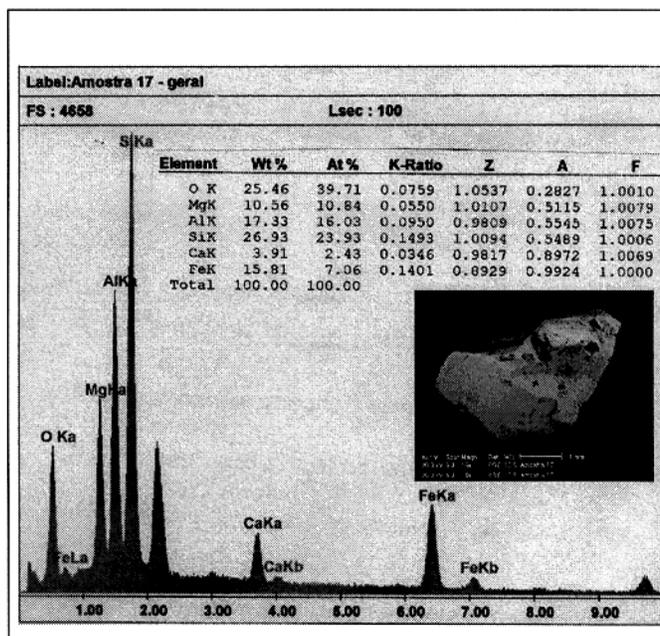


Figura 62 – Granada almandina (MEV/EDS).

6 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

6.1 DIAMANTE DE S. J. ARAGUAIA

Tanto o rio Araguaia quanto o rio Tocantins, antes da sua confluência próximo à cidade de São João do Araguaia, formando o chamado Baixo Rio Tocantins, percorrem longos trechos sobre os mais variados terrenos geológicos. Ambos apresentam ocorrências de diamantes ao longo dos seus cursos. Uma pergunta que se impõe é: por quais razões teria ocorrido a concentração de diamantes no leito do Baixo Rio Tocantins, justamente entre as cidades de São João do Araguaia e Tucuruí? Embora não seja do escopo explícito do presente trabalho, são discutidas a seguir algumas considerações sobre possíveis origens dos depósitos de diamantes no Baixo Rio Tocantins:

A sugestão de Patury (1955) indica como fonte do diamante no Baixo Rio Tocantins, o conglomerado ferrífero representado pela Figura 27. Este teria sido fraturado em grandes blocos, que teriam se acomodado no leito do Baixo Rio Tocantins. Um estudo expedito sobre essa hipótese concluiu que nos afloramentos visitados o conglomerado ferrífero em questão (Figura 26) é oligomíctico, constituído principalmente por seixos de quartzo leitoso em uma matriz ferruginosa, enquanto que o conglomerado ferruginoso mineralizado (Figura 15) é polimíctico, incluindo na sua composição seixos de arenitos, quartzo leitoso, jaspe, formação ferrífera bandada (BIF), dentre outros.

Uma explicação muito convincente sobre a fonte para o diamante no Baixo Rio Tocantins é sugerida por Gonzaga & Tompkins (1991). O mesmo seria derivado da Formação Poti (Carbonífero) que por sua vez, tem suas origens relacionadas com os metaconglomerados do Grupo Chapada Diamantina no Estado da Bahia. De fato, as maiores concentrações de diamante no Baixo Rio Tocantins estão localizadas à jusante de terrenos cobertos por essa formação. A ocorrência de diamantes em locais que, em princípio, não são relacionados à Formação Poti, como por exemplo, aqueles encontrados nos rios Itacaiúnas, Parauapebas, Sororó e grotas do Sereno (Figura 28), pode ser creditada ao ainda incipiente conhecimento da geologia da região ou então a uma segunda fonte, discutida mais adiante, situada supostamente nas cercanias da Serra dos Carajás.

Segundo Gonzaga & Tompkins (1991) a Formação Poti em outros locais, onde é tida como fonte de diamantes, caracteriza-se por conter uma razoável quantidade de carbonados. Os relatos dos garimpeiros da “época rica” dizem que os carbonados no Baixo Rio Tocantins eram muito raros. É verdade que os carbonados podem ser de reconhecimento um tanto difícil, mas a época do garimpo histórico coincidiu em boa parte com a Segunda Grande Guerra, quando os carbonados brasileiros eram muito procurados. Também na ocorrência de São João do Araguaia, estudada neste trabalho, não foram identificados carbonados, apesar da boa experiência da equipe de amostragem. Porém, foi noticiado que haveria uma pequena ocorrência de carbonados à montante, na região do município de Xambioá (TO) área de influência da Formação Poti.

É certo que para acontecer a concentração de diamantes no Baixo Rio Tocantins entre os municípios de São João do Araguaia e Tucuruí (PA), a constituição física particular do leito do rio nesse trecho teve uma importante contribuição. Os obstáculos criados por formações geológicas, representam localmente as armadilhas que retiveram o diamante e outros minerais pesados.

Os aluviões diamantíferos brasileiros são reconhecidos internacionalmente, porém nunca existiu e nem existe atualmente no Brasil uma mina de diamante em rochas vulcânicas. Empresas de mineração, como Rio Tinto (RTZ) e Sociedade Pesquisa Mineral (SOPEMI), encontraram mais de uma centena de *pipes* kimberlíticos e pelo menos um de lamproito na Amazônia. Vários contêm mineralização de diamantes (ex. kimberlitos de Juína), porém nenhum deles até agora provou ser uma mina (Jacobi, 1998, comunicação verbal).

O levantamento bibliográfico realizado durante este trabalho, evidenciou que existe muito pouca literatura disponível sobre um dos mais importantes períodos na história da mineração do Estado do Pará. De grande valia podem ser consideradas as entrevistas realizadas com antigos garimpeiros de diamante na área, permitindo resgatar informações importantes, não encontradas em outras fontes.

Levando em conta a produção obtida no período de campo (24,04 ct), tem-se a percepção de que os sítios históricos de exploração de diamantes no leito do Baixo Rio Tocantins estão esgotados. Melhores chances de sucesso para a produção por meio de metodologias modernas supostamente estão localizadas nos aluviões ainda virgens nos paleoleitos, principalmente à

montante das cidades de Itupiranga e São João do Araguaia, além das ilhas no lago de Tucuruí (ex. Ilha Saúde). Nesse contexto, também a área de Itamirim merece um estudo mais aprofundado.

As inclusões estudadas em diamantes de São João do Araguaia podem ser classificadas como relacionadas à suíte ultramáfica. Nessa série o carbono que forma o diamante hospedeiro, provavelmente é constituído por carbono primitivo do manto.

A estrutura interna simétrica revelada pela amostra H242 permite interpretar o ambiente geoquímico em que se formou o respectivo diamante como sendo tranqüilo e livre de perturbações durante o seu tempo de cristalização. O mapeamento das impurezas (nitrogênio e boro, muito provavelmente) indica um ambiente de formação, caracterizado por aportes regulares de soluções nutrientes, cuja composição apresentava teores variáveis e alternados. A presença (provável) de nitrogênio na estrutura indica que o respectivo diamante pode ser classificado como pertencente ao tipo I.

O valor médio de U\$ 100.-/ct, encontrado para os diamantes de São João do Araguaia pode ser considerado semelhante ao de diamantes aluvionares do rio Araguaia em Mato Grosso (Akabane, 1998; Steinfeld, 1998, comunicação verbal).

As amostras coletadas em São João do Araguaia aparentemente representam uma mescla de duas populações diferentes de diamantes sugerindo mais de uma origem para os diamantes do Baixo Rio Tocantins:

1) Uma, onde os diamantes aparentemente foram sujeitos à fortes condições de corrosão e dissolução atuantes no meio magmático durante o seu *emplacement*, como é indicado pelos cristais com superfícies das faces de aspecto corroído e arestas arredondadas. Estas feições são acentuadas ainda mais durante o transporte hidráulico. Supostamente as formas cristalinas dos diamantes minerados em época histórica recente pertenciam a sistemas dodecaédrico ou mais complexos, nos quais o maior número de faces e conseqüente feição hidrodinâmica mais arredondada favorecem o transporte hidráulico e uma maior concentração em aluviões, resultando em uma relação gema : indústria muito favorável. Corresponderiam a essa população, provavelmente relacionável à Formação Poti, a maioria dos diamantes extraídos na “época rica” do garimpo.

2) Outra, cuja presença é denunciada pelas características do lote de diamantes coletado em São João do Araguaia, onde os diamantes aparentemente não foram submetidos às condições muito agressivas de corrosão e dissolução, como é indicado pelo expressivo número de cristais com as arestas vivas e as superfícies das faces lisas e pela representativa presença de formas cristalinas mais simples (octaedros). Formas irregulares também são relativamente frequentes. A relação gema : indústria menos favorável seria resultado de uma menor exposição e, por isso, menor seleção através dos agentes geológicos. Essa suposta segunda população de diamantes teria uma origem primária e poderia estar situada mais próximo dos locais onde os diamantes são encontrados atualmente. A região de influência da Serra dos Carajás, nas proximidades de uma região cratônica e de uma profunda rachadura na crosta talvez constitua um alvo privilegiado para a procura de mineralização de diamantes originados dessa suposta segunda fonte, a qual poderia ocorrer em rochas vulcânicas na forma de diques ou pequenos diatremas ou então em rochas ainda não reconhecidas como tal.

6.2..MINERAIS INDICADORES/ACOMPANHANTES

6.2.1. Introdução

A antiga técnica de batear os sedimentos dos rios à procura de diamantes evoluiu para técnicas de exploração através de minerais indicadores, utilizados tanto para rastrear a proximidade de um kimberlito/lamproíto, quanto para avaliar o potencial para diamantes de um determinado alvo.

Segundo Fipke *et al* (1995) devem ser priorizados via de regra os alvos com as melhores granadas subcálcicas, com as cromitas com maior teor em cromo, com a maior população de granadas eclogíticas ricas em sódio e com as ilmenitas com maior teor em magnésio. A exploração de kimberlitos/lamproítos na área de estudo é dificultada pela raridade de afloramentos do *bed-rock* e pela provável destruição de possíveis minerais indicadores devido às condições ácidas associadas à formação de depósitos de lateritas.

6.2.2. Cianita

Conhecido componente da paragênese do diamante aluvionar no Brasil, na região do Baixo Rio Tocantins é conhecida pelos garimpeiros como “palha de arroz”, sendo considerada

“forma”, ou seja, um mineral que anuncia o diamante no respectivo aluvião. Sua presença indica um ambiente de formação de metamorfismo regional de altas pressões atuando sobre rochas pelíticas. Pode ocorrer também em alguns eclogitos em diatremas kimberlíticos (Klein & Hurlbut Jr., 1993).

Sua presença nos concentrados do aluvião de São João do Araguaia juntamente com o diamante, além da possibilidade da origem comum em um diatrema kimberlítico, aparentemente é devido às propriedades físicas semelhantes como peso específico e resistência ao intemperismo.

6.2.3. Corindon

Foram identificadas as variedades rubi e safira azul, branca e rósea. Os garimpeiros da região não distinguem o rubi da granada vermelha. Denominam ambas de “xicória”. A safira azul é chamada por eles de “azulinha”. As safiras branca e rósea não são conhecidas. Aparentemente é esta a primeira vez em que foram identificadas e descritas variedades gemológicas de corindon nos concentrados dos aluviões do Baixo Rio Tocantins. Sua presença é conhecida em outras ocorrências aluvionares de diamante a exemplo da Venezuela. Aparentemente acompanham o diamante no aluvião de São João do Araguaia por causa de propriedades físicas (peso específico) semelhantes. Por não terem a sua identidade reconhecida até esta data, o rubi e as safiras de São João do Araguaia (e de outros aluviões do Baixo Rio Tocantins) ainda não têm seu aproveitamento gemológico estudado.

6.2.4. Crisoberilo

Conhecido pelos garimpeiros da região como “esmeralda” por causa da sua cor amarelo-esverdeada foi identificado como tal, aparentemente pela primeira vez, como acompanhante do diamante nos aluviões de São João do Araguaia. Crisoberilo ocorre em rochas graníticas, pegmatitos e mica-xistos, sendo um mineral bastante raro. Aparentemente não tem relação com o ambiente de formação do diamante. Provavelmente acompanha este no aluvião de São João do Araguaia por causa de propriedades físicas semelhantes. Ao contrário da variedade alexandrita, o valor do crisoberilo como gema é relativamente baixo, sendo o potencial da ocorrência de São João do Araguaia desconhecido para aproveitamento gemológico.

6.2.5. Estauroлита

Formada durante os processos de metamorfismo regional atuando sobre rochas ricas em alumina e ferro, é encontrada em xistos e gnaisses. Muitas vezes está associada com cianita e granada do tipo almandina em rochas de alto grau metamórfico. De modo geral, a estauroлита é utilizada na petrografia como um mineral índice. Aparentemente não existe ligação entre a sua presença no concentrado do aluvião diamantífero além de suas propriedades físicas, como a sua densidade.

6.2.6. Florencita

Aparentemente esta é a primeira vez que a florencita é identificada na região do Baixo Rio Tocantins, uma vez que a sua presença não é mencionada em bibliografias disponíveis. A associação de fosfatos, particularmente do grupo da crandalita (gorceixita-goyasita-florencita) com diamantes aluvionares é conhecida em outras regiões do Brasil, a exemplo de Minas Gerais (Serra do Espinhaço) e Roraima (região do rio Maú). Em geral as “favas”, como são conhecidas os fosfatos pelos garimpeiros, raramente ultrapassam tamanhos maiores de poucos centímetros. No garimpo de diamantes do Painim, próximo à cidade de Itaituba/Pará, foram encontrados seixos mal a subarredondados com diâmetros de até 6 cm, formados por gorceixita-florencita-goyasita. Esses seixos são utilizados inclusive como guia para identificar o nível mineralizado (“cascalho”) neste garimpo. Situação semelhante é relatada no estado de Roraima (Brasil. Ministério das Minas e Energia. CPRM, 1997).

6.2.7. Granadas

Granadas do tipo almandina como as encontradas no aluvião de São João do Araguaia, provêm de um ambiente de formação mais raso e aparentemente não têm relação com o ambiente de formação do diamante. Provavelmente acompanham este no aluvião de São João do Araguaia por causa de propriedades físicas semelhantes.

6.3. COMENTÁRIOS E SUGESTÕES

O presente trabalho representa o esforço pioneiro, no âmbito do Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará, em estudar o diamante, mineral com o qual o Estado apresenta fortes ligações históricas. Do mesmo programa, idealizado pelo Prof. Dr. Marcondes L. da Costa, fazem parte a criação de um grupo de estudos de mineralogia aplicada, a montagem de um laboratório gemológico, a aquisição de um acervo bibliográfico, a oferta de cursos de especialização a cargo de professores convidados de diversas Universidades além da UFPA e o incentivo à pós-graduação (mestrado/doutorado). Resultados obtidos durante a execução do presente trabalho já motivaram outra tese de mestrado sobre diamantes no Estado do Pará.

Alguns dos resultados obtidos suscitaram questões julgadas interessantes do ponto de vista científico e possivelmente econômico. Neste sentido é sugerida a realização de estudos mais aprofundados sobre:

- ◆ Núcleos de cristalização em diamantes brasileiros, seguindo a linha de pesquisa descrita por Bulanova *et al.* (1998).
- ◆ Diamantes que ocorrem nos rios Itacaiúnas, Parauapebas e Sororó, além da grota do Sereno, até então inéditos na literatura.
- ◆ Aparente maior concentração dos garimpos e dos maiores diamantes na margem direita do Baixo Rio Tocantins.
- ◆ Minerais do grupo da crandalita presentes nos aluviões diamantíferos do Baixo Rio Tocantins, comparando-os com fosfatos do mesmo grupo que ocorrem em outros aluviões diamantíferos brasileiros.
- ◆ Crisoberilo da ocorrência de São João do Araguaia e seu possível aproveitamento gemológico.
- ◆ Rubis e safiras encontradas em São João do Araguaia e seu possível aproveitamento gemológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, H.G.de, MARINHO, P. A. da C., MARTINS, R.C.(orgs) 1995. **Marabá**: Folha SB.22-X-D – Estados do Pará, Maranhão e Tocantins. Brasília, CPRM, 144 p.(Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil).
- BAENA, A.L.M. 1839. **Ensaio Corográfico sobre a Província do Pará**. Belém, Santos & Menor. 589 p.
- BARBOSA, O. 1991. **Diamante no Brasil, histórico, ocorrência, prospecção e lavra**. Rio de Janeiro. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). 136 p. il.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL.. Projeto Radam. 1974. **Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins**:.geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro. p1/110. (Levantamento de Recursos Naturais, 4).
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. CPRM. 1997. **Diamante do Rio Maú, Estado de Roraima**. EXAP. Manaus. 26p. (Relatório técnico).
- BRASIL. MINISTÉRIO DO INTERIOR. 1982. **Prodiat - Projeto de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Araguaia-Tocantins**. Vol 1/ Vol 2 Brasília/DF.
- BULANOVA, G.P. et al. 1998. Nucleation environment of diamonds from Yakutian kimberlites. **Mineralogical Magazine**. 62 (3): 409-419.
- CAMPBELL, D.F. et al. 1949. **Relatório preliminar sobre a geologia da Bacia do Maranhão**. Rio de Janeiro. 160 p. (Boletim do Conselho Nacional do Petróleo, 1).
- CAPUTO, M.V. 1984. **Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of northern Basins of Brazil**. Universidade Santa Barbara, California. 566p. (Tese de Doutorado).
- CHAVES, .L.S.C. 1997. **Geologia e Mineralogia do diamante na Serra do Espinhaço, em Minas Gerais**. São Paulo, Universidade de São Paulo. Centro de Geociências. 289 p. (Tese de Doutorado).
- CORDUA, B. 1995. New places to look for diamonds. **Rocks Digest**: 8 (1), 58p.
- COSTA, J.B.S. 1980. **Evolução geológica da região de Colméia**. Belém: UFPA, NCGG, 71 p. (Tese de Mestrado).
- COSTA, J.B.S. & HASUI, Y. 1991. **O quadro geral da evolução tectônica da Amazônia**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 3..Rio Claro. Boletim de resumos expandidos e roteiro das excursões. SP, Soc. Bras. de Geologia, UNESP. 230p.

- COSTA, J.B.S et al. 1988. **Relações estruturais entre o Cinturão Orogênico Araguaia e o Maciço Goiano na região de Paraíso do Norte Gurupi-GO.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, Anais SBG. v5: 2197-2207.
- COSTA, J.B.S et al. 1991. Esboço estrutural do Proterozóico Médio da Amazônia Oriental. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, 3: 9-34.
- ENGEVIX S.A. (Estudos e Projetos de Engenharia). Centrais Elétricas do Norte do Brasil SA (Eletronorte). Ministério das Minas e Energia. 1986. **Inventário do Baixo Araguaia-Tocantins: Relatório Final.** Vol.I/ II/ III - Brasília/DF.
- ESCHWEGE, W. L. V. 1979. **Pluto brasiliensis** - Vol 1 e 2 - Tradução de Domicio de Figueiredo Murta - Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo. 306 p. il.
- FERREIRA, C. M. & da SILVA, J. C. 1987. **Gemas do Brasil.** São Bernardo do Campo- SP, Mercedes - Benz do Brasil. 129 p.il.
- FIPKE, C.E., GURNEY, J.J., MOORE, R.D. 1995. **Diamond exploration techniques emphasising indicator mineral geochemistry and Canadian examples.** Geological Survey of Canada, 83 p, il. (Bulletin 423).
- GONZAGA, G. M. & TOMPKINS, L.A. 1991. Geologia do diamante in: SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E.T.de; COELHO,C.E.S. **Principais depósitos minerais do Brasil**, Brasília, DNPM.CPRM. v 4, pt A.
- GORAYEB, P.S. de S. 1981. **Evolução geológica da região de Araguacema - Pequiçeiro..** CG. Belém. UFPA. (Tese de mestrado).
- GÜBELIN, E.J. & KOIVULA, J.I.. 1992. **Photoatlas of inclusions in gemstones.** 2.ed. Zurich, ABC Edition. 532 p.il.
- HAAG, T. 1997. Ace of diamonds. **Lapidary Journal.** 94: 59-66.
- HARLOW, G. E. (editor) 1998. **The nature of diamonds.** Cambridge University Press in: association with the American Museum of Natural History. Cambridge, UK, 278 pp.
- HASUI, Y. 1975. Geologia e tectônica da região de Tucuruí - PA. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 47: 576-577.
- JANSE, A.J.A. & SHEAHAN, P.A. 1995. Catalogue of worldwide diamond and kimberlite occurrences, a selective and annotative approach. **Journal of Geochemical Exploration** 53: 73 – 111.

- KEGEL, W. 1952. Das Palaeozoikum des Parnaíba Beckens (Piauí und Maranhão, Brasilien). In: COMPTES RENDUS DU CONGRES INTERNATIONAL DE GEOLOGIE, 19, Alger;1953. v2:165-169.
- KLEIN, C.& HURLBUT Jr., C.S. 1993. **Manual of Mineralogy**, after Dana, J.D. 21 ed. New York, John Wiley & Sons, 681 p. il.
- KOEBERL, C. 1995. Diamonds everywhere in Nature. **Gems & Gemology**, 87: 17 - 18.
- LEGRAND, J. (editor) 1991. **Der Diamant**. Erlangen. Karl Müller Verlag. 288p. il.
- LEITE, J.F. et al. 1975. **Projeto carvão da bacia do Parnaíba: Relatório final das etapas II e III**, Recife, convênio DNPM/CPRM, 5 v.
- LEITE, W. & ANDRADE, A.C. 1995. **Manual da classificação e avaliação do diamante lapidado**. Brasília, DF. Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM), 86 p. il.
- LIMA, J.B. & COSTA, J.B.S. 1992. Análise estrutural do Cinturão Araguaia ao longo da seção compreendida entre as cidades de Marabá e Apinagés (PA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., S. Paulo. Anais. SBG.
- MALISKA, A. M. 1998. **Fundamentos da microscopia eletrônica de varredura e caracterização microestrutural de aços sinterizados nitretados por plasma**. Florianópolis, SC. Universidade Federal de Santa Catarina.
- MARSHALL, D. J. 1988. **Cathodoluminescence of geological materials**. London, Unwin Hyman. 146 p. il.
- MENDONÇA, D. et al. 1983. **Viagem ao Tocantins**. Belém, 2 ed. Editora Grafisa.
- MICHEL, J.C. 1996. Guides et méthodes de l'exploration diamantifère. **Chron. Rech. Miniè.**, 522: 29-38.
- MILLER, P. 1995. **Diamonds, commencing the countdown to market renaissance**. Abingdon, UK, Lindsay Ross Publishing Limited. 63 p. il.
- MITCHELL, R.S.& GIARDINI, A.A. 1977. Some mineral inclusions from African and Brazilian diamonds: their nature and significance. **American Mineralogist**, 62: 756-762.
- MITCHELL, R.H. 1986. **Kimberlites mineralogy, geochemistry, and petrology**. New York, Plenum Press. 442 p.il.
- MORAES REGO, L.F. 1933. Notas geográficas e geológicas sobre o rio Tocantins. **Boletim do Museu Emílio Goeldi de História Natural e Etnografia**, Belém, 9: 272-288.
- PATURY, R.S. 1955. In: **DNPM 348/55**. Autorização de lavra de diamantes. local: leito do Rio Tocantins, Canal do Jahú, município de Marabá/ Pará; relatórios e requerimentos ao Departamento Nacional da Produção Mineral - 5 Distrito-Belém/PA.

- PATURY, R.S. 1957. In: **DNPM 7990/ 57** (Dec. 80748). Pesquisa de diamante e ouro. Canal do Jahú no Rio Tocantins - Município de Itupiranga/PA. Mineração Caeté- Mirim S/A. Relatórios e requerimentos ao Departamento Nacional da Produção Mineral. 5 Distrito. Belém/PA.
- REIS, E. 1959. **Os grandes diamantes brasileiros**. Rio de Janeiro. DNPM (Boletim, 191).-
- ROBERTS, W.L.; CAMPBELL, T.J.; RAPP, G.R. 1990. **Encyclopedia of minerals**. 2 ed.; New York, Van Nostrand Reinhold. 979 p.
- RODRIGUES, L.A. 1945. **O Rio dos Tocantins**. Rio de Janeiro. Conselho Nacional de Geografia/IBGE. 128 p.
- ROEDDER, E. 1984. **Fluid inclusions**. Virginia., Mineralogical Society of America, pp 503 - 512. (Review in Mineralogy, 12).
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E.(coord.).1984. **Geologia do Brasil**: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente, incluindo depósitos minerais, escala 1: 2.500.000. Brasília, DNPM. 501 p.
- SCHRAUDER, M.; KOEBERL, C.; NAVON, O. 1996. Trace element analysis of fluid bearing diamonds from Jwaneng, Botswana. **Geochim. Cosmochim. Acta**, 60: 4711-24.
- SCHUMANN, W. 1985. **Gemas do Mundo**. Traduzido por Rui Ribeiro Franco e Mário Del Rey. 3 ed. Rio de Janeiro Ao Livro Técnico. 254 p. il.
- SEVDERMISH, M.& MASHIAH, A. 1995. **The Dealer's book of gems and diamonds**. Vol I; Vol II. Israel, KAL Printing House. 1004 p. il.
- SHEARER, H.K. & CAPPER DE SOUZA, A.H. 1944. **Araguaia**: recursos minerais. Rio de Janeiro. DNPM. 61p. (Boletim Div. Fom. Prod. Mineral).
- SVISERO, D.P. 1968. Morfologia de alguns diamantes de Marabá. **Ciência e Cultura**, S. Paulo, 20 (2): 161-162.

GLOSSÁRIO DE TERMOS GARIMPEIROS

(Região de São João do Araguaia)

- Abanar** Retirar a areia para verificar a presença de aluvião mineralizado (*cascalho*), abaixo do nível da água do rio.
- Bagerê** Cascalho estéril, birro. Também pode significar comida.
- Baguá** Cascalho com poucos minerais indicadores/acompanhantes. Geralmente não contem mineralização de diamante.
- Bala** Diamante redondo, difícil de lapidar.
- Bamburro** Grande achado
- Bica** Caixa de madeira ou metal (calha) utilizada para reter minerais pesados como ouro ou diamante.
- Blefo** Estar na pior
- Boroça** Bolsa com alça para guardar miudezas.
- Bronze** Capacete do equipamento de mergulho.
- Bundinha** Garimpeiro de diamante que trabalha na margem do rio (*pedral*), sem equipamento de mergulho.
- Caldeirão** Buraco arredondado na rocha do leito do rio, formada pelo rebojo das águas.
- Campeão** Corda que leva a maraca até a *boca de serviço*.
- “Cascalho queimou”** Quando o aluvião não contem diamante.
- Chibiu ou Xibiu** Diamante pequeno, de menor valor.
- Curau** Garimpeiro inexperiente, novato.
- Curiara** Canoa utilizada para carregar o cascalho da balsa até a lavadeira.
- Diamante Chá** Diamante de cor próxima do chá preto, cor conhaque.
- Diamante Branco Gelo** Diamante de qualidade extra.
- Diamante Água de Querosene** Diamante de qualidade extra.
- Diamante Natura** Diamante geminado.
- Diamante comprido** Aluvião com pouca mineralização de diamante.
- Diamante Araguaia** Diamante de cor levemente amarelada.
- Diamante Chapéu ou cabeça de frade ou padre** Diamante de forma triangular e chata.
- Diamante Sal** Pedra boa de cor branca, com concreções.

- Esmiril** Aluvião diamantífero (*cascalho*) do qual já foi retirado diamante. É equivalente ao *reco* no garimpo do ouro.
- Faisqueira** Aluvião diamantífero já lavado uma ou mais vezes. *Reco* de diamante.
- Faisqueiro** Pequeno comprador de diamantes.
- Forma** Mineral ou minerais cuja presença no aluvião pode(m) indicar a presença de mineralização de diamante.
- Forma braba** Com arestas acentuadas, em geral não é favorável a indicar mineralização de diamante.
- Forma mansa** Arredondada, pode levar ao diamante.
- Folião** Motor (barco) que leva e tráz o garimpeiro até a cidade no final de semana.
- Frincha** Fenda na rocha.
- Garimpeiro brabo** Inexperiente, novato.
- Garimpeiro manso** Muito experiente.
- Grupiara** Garimpo afastado do rio (no seco).
- Lavadeira** Local onde é lavado (apurado) o cascalho.
- “Lavar um carro de cascalho”** Lavar 50 latas (de 18 litros) de aluvião diamantífero.
- Língua d’água** Correnteza mais forte.
- Manchão** Aluviões mineralizados (*cascalhos*), com maiores concentrações de diamantes.
- Matame** Represamento rústico de um curso de água utilizando pedaços de madeira.
- Melé** Diamante escuro, com toque de brum, com muitas inclusões.
- Mergulhador a golfo** Aquele que mergulha sem equipamento de respiração.
- Mocororô** Aluvião mineralizado (*cascalho*) endurecido.
- Monchão** Grupiara.
- Paraquedas** Caixa de madeira ou metal, que tem como finalidade diminuir a velocidade do fluxo de polpa provindo da bomba aspirante (*chupadeira*).
- Picuá** Canudo com tampa, para guardar diamante, pode ser feito, por exemplo, de osso da canela do veado, chifre do veado, bambú, pena ou osso de pássaro.
- “Queimar uma pedra”** Os compradores se reúnem, com intuito de baixar o preço de um determinado diamante, fixando previamente um determinado valor.
- Rabinha** Haste de ferro encurvada na ponta, usada para colocar o aluvião mineralizado (*cascalho*) no saco de couro para ser içado até a embarcação.
- Rancharia** Acampamento de garimpeiros.
- “Reboleira de cascalho”** Uma *ilha de cascalho* mineralizado, rodeada por areia.

- Sarilho** Molinete para içar o saco de aluvião mineralizado (*cascalho*) até a embarcação.
- Sinaleira** Corda usada para sinalizar *a boca de serviço*.
- Tarisca** Travessas de madeira colocadas em uma calha com a finalidade de reter minerais pesados.
- Terreiro** Local onde é armazenado o cascalho a ser lavado.
- Torra** Diamante sem valor (indústria).
- “Uma vaca de cascalho”** Um saco de couro utilizado para acondicionar e levar para a superfície o aluvião mineralizado (*cascalho*) retirado do fundo do rio.
- Urubu** Inclusão escura no diamante.