



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**



**Tese de
Doutorado**

**Províncias Diamantíferas de Minas Gerais:
uma proposta para a caracterização de populações
de diamantes típicas como subsídio à Certificação
Kimberley**

AUTORA: LEILA BENITEZ

ORIENTAÇÃO: PROF. DR. MARIO LUIZ DE SÁ CARNEIRO CHAVES

Nº 17

BELO HORIZONTE
17/12/2009

LEILA BENITEZ

Províncias Diamantíferas de Minas Gerais: uma proposta
para a caracterização de populações de diamantes típicas
como subsídio à Certificação Kimberley

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Geologia do Instituto de Geociências da Universidade
Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à
obtenção do título de doutor em Geologia.

Área de concentração: Geologia Econômica e Aplicada.
Orientador: Prof. Dr. Mario Luiz de Sá Carneiro Chaves

BELO HORIZONTE
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UFMG
2009

B467p
2009

Benitez, Leila.

Províncias diamantíferas de Minas Gerais [manuscrito] : uma proposta para a caracterização de populações de diamantes típicas como subsídio à Certificação Kimberley / Leila Benitez. – 2009. xxiii, 223 f. : il., fots. (color.), mapas (color.), tabs. (color.).

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2009.

Área de concentração: Geologia Econômica e Aplicada.

Orientador: Mario Luiz de Sá Carneiro Chaves.

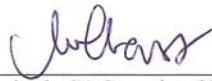
Bibliografia: f. 211 – 223.

Inclui anexos.

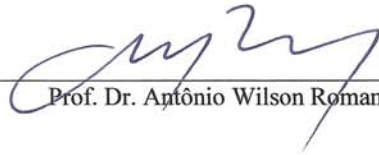
1. Geologia econômica – Teses. 2. Diamante – Minas Gerais – Teses. I. Chaves, Mario Luiz de Sá Carneiro. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 553.81(815.1)

Tese defendida e aprovada, em 17 de dezembro de 2009, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Mário Luiz de Sá Carneiro Chaves - Orientador



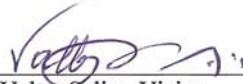
Prof. Dr. Antônio Wilson Romano



Prof. Dr. Paulo Roberto Gomes Brandão



Prof. Dr. Antônio Luciano Gandini



Dr. Valter Salino Vieira

AGRADECIMENTOS

Ao Colegiado de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal de Minas Gerais pela oportunidade da realização deste trabalho.

À CAPES, pela concessão de bolsa de auxílio a pesquisa.

Ao Prof. Dr. Mario Luiz de Sá Carneiro Chaves pela orientação, e ao apoio prestado nas diversas etapas.

À SAMSUL Mineração e seus diretores Stephen Fabian e Érico Ribeiro, pela permissão de visita e estudos realizados no kimberlito Canastra-1 (Província Diamantífera Serra da Canastra) bem como no kimberlito Régis (Província Diamantífera Alto Paranaíba), e posteriormente, ao diretor Homero Braz Silva por permitir a continuidade dessas pesquisas.

Ao amigo Luigi Giglio, o “Gino”, proprietário da DTM – Diamantes do Triângulo Mineiro (“*in memorian*”) por todo o apoio prestado na realização desse trabalho e pelo acesso aos seus lotes de diamantes.

Aos Srs. Francisco e Fernando Ribeiro, proprietários da GAR Mineração que atua em São Gonçalo do Abaeté, pelo acesso a lotes de diamantes da área, e ao acompanhamento na visita à mina.

Ao Toninho e seu pai Sr. Anísio, garimpeiros de Coromandel, pela confiança ao permitir a visita aos seus serviços de garimpo em balsas, bem como ao acesso a seus lotes de diamantes.

Ao Sr. Zé Boneco, de Vargem Bonita, pela gentileza em disponibilizar seus lotes de diamantes da Serra da Canastra para estudos.

Ao Nenzão, por todas as dicas que auxiliaram as etapas de campo em Coromandel.

À minha família, em especial aos meus pais Roberto e Irene, minha irmã Lirian, por todo o apoio e incentivo.

Ao amigo Sergio Melo, que esteve sempre ao meu lado durante os anos dedicados à pesquisa, pela paciência e dedicação no auxílio da elaboração de mapas e figuras.

Aos colegas de pesquisa, e companheiros de campo, Kerley Wanderson Andrade e Felipe Campolina, e a Coralie Dias pelo auxílio prestado em etapas de gabinete.

À Mariana Soares, pela assistência prestada no tratamento estatístico de dados, e toda a dedicação sempre prestada.

Aos amigos sempre presentes, Marcus Manuel Fernandes, Valter Salino Vieira, Margarida Cássia Campos, Javier Eduardo Becerra, pelo constante estímulo nas mais diversas horas.

Ao amigo, geólogo Harrison Cookenboo, especialista em kimberlitos e diamantes, pelo incentivo na realização deste trabalho e pela revisão do *abstract*.

Aos funcionários do Centro de Geologia Eschwege (IGC/UFMG), em Diamantina, pelo apoio dado às etapas de campo na região da Província Serra do Espinhaço.

Aos colegas, professores e funcionários do CPMT/IGC-UFMG, pela agradável convivência durante toda a fase de desenvolvimento do trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
SUMÁRIO	iii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE FOTOGRAFIAS	xv
LISTA DE SIGLAS	xviii
RESUMO	xx
ABSTRACT	xxii
1 - INTRODUÇÃO	01
1.1 - OBJETIVO	02
1.2 - JUSTIFICATIVAS	02
1.3 - MATERIAIS E MÉTODOS	03
1.3.1 - Levantamento Bibliográfico	04
1.3.2 - Trabalhos de Campo	04
1.3.3 - Cartografia	05
1.3.4 - Sistemática de Estudo do Diamante	05
1.3.5 - Análises Estatísticas de Dados	06
1.3.5.1 - <i>Análise de Correspondência</i>	07
1.3.5.2 - <i>Formulação Matemática</i>	08
1.3.5.3 - <i>Exemplo de Aplicação</i>	09
1.3.5.4 - <i>Estatística Descritiva</i>	12
1.3.5.5 - <i>Associação entre Variáveis</i>	12
2 - HISTÓRICO DA ECONOMIA MINERAL DE DIAMANTES NO BRASIL	13
2.1 - A LIVRE EXTRAÇÃO E A EXTRAÇÃO MEDIANTE CONTRATOS	13
2.2 - A REAL EXTRAÇÃO	16
2.3 - NOVAS LEIS DO IMPÉRIO PARA REGULAMENTAÇÃO DAS EXPLORAÇÕES DIAMANTÍFERAS	17
2.4 - A CONSTITUIÇÃO DE 1891	19
2.5 - O REGIME INSTAURADO PELA REVOLUÇÃO DE 1930	20
2.6 - O CÓDIGO DE MINERAÇÃO DE 1967	21
2.7 - A CONSTITUIÇÃO DE 1988	23
3 - CERTIFICAÇÃO KIMBERLEY	24
3.1 - BREVE PREÂMBULO HISTÓRICO	24

3.2 -	CERTIFICADO DO PROCESSO DE KIMBERLEY: IMPLEMENTAÇÃO E OBJETIVOS	25
3.3 -	O PROCESSO DE KIMBERLEY NO BRASIL	27
3.4 -	ÍNDICES DA PARTICIPAÇÃO MUNDIAL NO SPCK	29
3.5 -	INTITUCIONALIZAÇÃO DO SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE KIMBERLEY NO BRASIL	36
4 -	GEOLOGIA E MINERALOGIA DO DIAMANTE	39
4.1 -	DEPÓSITOS DIAMANTÍFEROS PRI MÁRIOS	39
4.2 -	DEPÓSITOS DIAMANTÍFEROS SECUNDÁRIOS	41
4.3 -	ASPECTOS GERAIS SOBRE A MINERALOGIA DO DIAMANTE	42
5 -	PROVÍNCIAS DIAMANTÍFERAS DE MINAS GERAIS	50
5.1 -	PROVÍNCIA SERRA DO ESPINHAÇO	52
5.1.1 -	Distritos de Diamantina e Jequitaiá	52
5.1.1.1 -	<i>Contexto Geológico</i>	54
5.1.1.2 -	<i>Depósitos Diamantíferos</i>	62
5.1.1.3 -	<i>Aspectos Econômicos do Distrito Diamantífero de Diamantina</i>	66
5.1.1.4 -	<i>Aspectos Econômicos do Distrito Diamantífero de Jequitaiá</i>	70
5.1.2 -	Distritos de Grão Mogol e Itacambira	71
5.1.2.1 -	<i>Contexto Geológico</i>	71
5.1.2.2 -	<i>Depósitos Diamantíferos</i>	76
5.1.2.3 -	<i>Aspectos Econômicos</i>	78
5.2 -	PROVÍNCIA NOROESTE SÃO FRANCISCO	79
5.2.1 -	<i>Contexto Geológico</i>	79
5.2.2 -	<i>Depósitos Diamantíferos</i>	85
5.2.3 -	<i>Aspectos Econômicos</i>	86
5.3 -	PROVÍNCIA ALTO PARANAÍBA	88
5.3.1 -	<i>Contexto Geológico</i>	91
5.3.2 -	<i>Depósitos Diamantíferos</i>	96
5.3.3 -	<i>Aspectos Econômicos</i>	106
5.4 -	PROVÍNCIA SERRA DA CANASTRA	108
5.4.1 -	Distrito do Alto São Francisco	108
5.4.1.1 -	<i>Contexto Geológico</i>	109
5.4.1.2 -	<i>Depósitos Diamantíferos</i>	111
5.4.1.3 -	<i>Aspectos Econômicos</i>	118

5.4.2 -	Distrito do Médio Rio Grande	119
5.4.2.1 -	<i>Contexto Geológico</i>	120
5.4.2.2 -	<i>Depósitos Diamantíferos</i>	122
5.4.2.3 -	<i>Aspectos Econômicos</i>	123
6 -	TIPOLOGIA DAS POPULAÇÕES DE DIAMANTES	124
6.1 -	METODOLOGIAS DE CLASSIFICAÇÃO	124
6.2 -	ANÁLISE DE DADOS	128
6.2.1 -	Cruzamento de Variáveis	129
6.2.2 -	Análise Descritiva	150
6.2.3 -	Análise de Correspondência	161
6.2.3.1 -	<i>Variável Peso</i>	162
6.2.3.2 -	<i>Variável Cor</i>	164
6.2.3.3 -	<i>Variável Forma</i>	166
6.2.3.4 -	<i>Variável Pureza</i>	167
6.2.3.5 -	<i>Variável Dissolução</i>	169
6.2.3.6 -	<i>Variável Clivagem Superimposta (Quebras)</i>	171
6.2.3.7 -	<i>Variável Capas</i>	173
6.2.3.8 -	<i>Variável Qualificação Comercial</i>	174
6.3 -	COMPARAÇÃO ENTRE UMA ÁREA SELECIONADA NA PROVÍNCIA COM A REGIÃO COMO UM TODO	176
6.3.1 -	Variável Peso	177
6.3.2 -	Variável Cor	179
6.3.3 -	Variável Forma	181
6.3.4 -	Variável Pureza	183
6.3.5 -	Variável Dissolução	184
6.3.6 -	Variável Clivagem Superimposta (Quebras)	186
6.3.7 -	Variável Capas	187
6.3.8 -	Variável Qualificação Comercial	189
7 -	DISCUSSÕES	191
7.1 -	CONSIDERAÇÕES SOBRE CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS E ORIGEM DOS DIAMANTES	202
8 -	CONCLUSÕES	208
9 -	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	211

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Mapa de localização das províncias diamantíferas de Minas Gerais: 1) Serra do Espinhaço, 2) Noroeste São Francisco, 3) Alto Paranaíba e 4) Serra da Canastra.	04
Figura 2 -	Ficha utilizada para classificação das características mineralógicas dos diamantes em campo.	06
Figura 3 -	Gráfico de análise de correspondência, resultante dos dados fornecidos, a partir dos exemplos aplicados conforme Tabelas 1, 2 e 3.	12
Figura 4 -	O <i>pipeline</i> abrangendo pesquisa-desenvolvimento-comercialização dos diamantes, proposto pela megaempresa sul-africana De Beers.	24
Figura 5 -	Percentuais de CPKs emitidos pelo Brasil por países, entre os anos de 2006 a 2009.	35
Figura 6 -	Exportações e importações de diamantes em quilates realizadas pelo Brasil, desde a adesão ao SCPK, entre os anos de 2003 a 2008.	36
Figura 7 -	Esquema idealizado da morfologia de um <i>pipe</i> kimberlítico, incluindo as três zonas ou fácies características e os níveis atuais de erosão a que estão submetidos alguns dos mais conhecidos kimberlitos sul-africanos.	41
Figura 8 -	Mapa geológico do Estado de Minas Gerais, simplificado, abrangendo as províncias diamantíferas.	51
Figura 9 -	Mapa geológico abrangendo a área do Distrito Diamantífero de Diamantina.	55
Figura 10 -	Mapa geológico da região de Jequitaiá.	56
Figura 11 -	Mapa geológico e principais depósitos diamantíferos no Distrito Diamantífero de Grão Mogol.	72
Figura 12 -	Mapa geológico abrangendo a Província Diamantífera Noroeste São Francisco.	82
Figura 13 -	Diversos estágios dos serviços da GAR Mineração: Cascalho sendo retirado e transportado para o jigüe (A); lavagem e seleção do material (B e C); parte inferior do jigüe (D); peneiramento manual da fração fina do material e apuração (E e F).	87
Figura 14 -	Mapa geológico da região da Província Diamantífera Alto Paranaíba.	92

Figura 15 -	Mapa geológico da região da Província Diamantífera Serra da Canastra.	110
Figura 16 -	Modelo esquemático da intrusão Canastra-1 em metassedimentos do Grupo Canastra e a possível relação entre os <i>blows</i> NW e SE, bem como o prolongamento em direção a níveis crustais superiores proposto para o <i>blow</i> SE.	114
Figura 17 -	Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Alto Paranaíba.	130
Figura 18 -	Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Noroeste São Francisco.	131
Figura 19 -	Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Serra da Canastra.	131
Figura 20 -	Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Campos de Datas/Extração.	132
Figura 21 -	Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol.	132
Figura 22 -	Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Jequitaiá.	133
Figura 23 -	Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Rio Jequitinhonha.	133
Figura 24 -	Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Alto Paranaíba.	134
Figura 25 -	Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Noroeste São Francisco.	134
Figura 26 -	Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Serra da Canastra.	135
Figura 27 -	Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Campos de Datas/Extração.	135
Figura 28 -	Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol.	136
Figura 29 -	Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Jequitaiá.	136
Figura 30 -	Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Rio Jequitinhonha.	137

Figura 31 – Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Alto Paranaíba.	137
Figura 32 - Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Noroeste São Francisco.	138
Figura 33 - Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Serra da Canastra.	138
Figura 34 – Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Campos de Datas/Extração.	138
Figura 35 - Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol.	139
Figura 36 - Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Jequitaiá.	139
Figura 37 - Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Rio Jequitinhonha.	140
Figura 38 - Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província Alto Paranaíba.	140
Figura 39 - Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província Noroeste São Francisco.	141
Figura 40 - Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província Serra da Canastra.	141
Figura 41 - Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Campos de Datas/Extração.	142
Figura 42 - Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol.	142
Figura 43 - Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província do Espinhaço – Distrito de Jequitaiá.	143
Figura 44 - Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Rio Jequitinhonha.	143
Figura 45 - Gráfico referente a relação qualificação comercial x peso, na Província Alto Paranaíba.	144
Figura 46 - Gráfico referente a relação qualificação comercial x peso, na Província do Noroeste São Francisco.	144

Figura 47 - Gráfico referente a relação qualificação comercial x peso, na Província Serra da Canastra.	145
Figura 48 - Gráfico referente a relação qualificação comercial x peso, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Campos de Datas/Extração.	145
Figura 49 - Gráfico referente a relação qualificação comercial x peso, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol.	146
Figura 50 - Gráfico referente a relação qualificação comercial x peso, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Jequitaiá.	146
Figura 51 - Gráfico referente a relação dissolução x clivagem, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Rio Jequitinhonha.	147
Figura 52 - Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Alto Paranaíba.	147
Figura 53 - Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Noroeste São Francisco.	148
Figura 54 - Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Serra da Canastra.	148
Figura 55 - Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Campos de Datas/Extração.	149
Figura 56 - Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol.	149
Figura 57 - Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Jequitaiá.	150
Figura 58 - Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Rio Jequitinhonha.	150
Figura 59 - Gráfico denotando o percentual de diamantes estudados, por região de Minas Gerais.	151
Figura 60 - Distribuição dos diamantes, de acordo com o peso e região de produção.	152
Figura 61 - Distribuição percentual dos diamantes, de acordo com a cor, para cada região de produção.	154
Figura 62 - Distribuição dos diamantes, de acordo com a forma e região de	

produção.	155
Figura 63 - Distribuição dos diamantes, de acordo com a pureza e região de produção.	156
Figura 64 - Distribuição percentual dos diamantes, de acordo com a dissolução, para cada região de produção.	157
Figura 65 - Distribuição percentual dos diamantes, de acordo com a clivagem superimposta (quebras), para cada região de produção.	159
Figura 66 - Distribuição percentual dos diamantes, de acordo com as capas, para cada região de produção.	160
Figura 67 - Distribuição percentual dos diamantes, de acordo com a qualificação comercial, para cada região de produção.	161
Figura 68 - Associação entre região de produção e peso dos diamantes.	164
Figura 69 - Associação entre região de produção e cor dos diamantes.	165
Figura 70 - Associação entre região de produção e forma dos diamantes.	167
Figura 71- Associação entre região de produção e pureza dos diamantes.	169
Figura 72 - Associação entre região de produção e dissolução dos diamantes.	171
Figura 73 - Associação entre região de produção e clivagem superimposta nos diamantes.	172
Figura 74 - Associação entre região de produção e capas dos diamantes.	174
Figura 75- Associação entre região de produção e qualificação comercial dos diamantes.	176
Figura 76 - Associação entre região de produção e peso dos diamantes.	179
Figura 77 - Associação entre região de produção e cor dos diamantes.	181
Figura 78 - Associação entre região de produção e forma dos diamantes.	182
Figura 79 - Associação entre região de produção e pureza dos diamantes.	184
Figura 80 - Associação entre região de produção e dissolução dos diamantes.	185
Figura 81 - Associação entre região de produção e clivagem dos diamantes.	187
Figura 82 - Associação entre região de produção e capas dos diamantes.	188
Figura 83 - Associação entre região de produção e qualificação comercial dos	

- diamantes. 190
- Figura 84 - Esquema para evolução geológica dos diamantes na Serra do Espinhaço desde sua possível fonte, no manto terrestre e intrusão dos *pipes* no Cráton São Francisco (A). A partir da intrusão dos *pipes*, os diamantes foram seguidamente mobilizados para os sedimentos proterozóicos do Espinhaço (B), e destes para sedimentos mesozóicos (C), lateritas terciárias (D), fanglomerados plio-pleistocênicos (E), colúvios sub-recentes (F) e aluviões recentes (G). 204
- Figura 85 - Modelo de evolução, o qual poderia ser aplicado aos rios Indaiá, Borrachudo e Abaeté, entre outros (Província Noroeste São Francisco). As fontes alimentadoras (no caso de origem primária e secundária) distribuem os diamantes, os quais vão formando novos depósitos secundários, até alcançarem o leito atual dos rios. 206
- Figura 86 - Modelo de sedimentação das unidades cretácicas no noroeste do Estado de São Paulo a partir da região da Serra da Canastra. 207

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Exemplo simulado de aplicação considerando-se “forma dos diamantes” e “região de produção”.	10
Tabela 2 -	Coordenadas principais das linhas, conforme exemplo de aplicação.	10
Tabela 3 -	Coordenadas principais das colunas, conforme exemplo de aplicação.	11
Tabela 4 -	Maiores produtores mundiais de diamantes brutos – SCPK 2007, incluindo o Brasil.	29
Tabela 5 -	Maiores produtores mundiais de diamantes brutos – SCPK 2008, incluindo o Brasil.	30
Tabela 6 -	Maiores produtores mundiais de diamantes brutos e por valorização – SCPK 2007.	30
Tabela 7 -	Maiores produtores mundiais de diamantes brutos e por valorização – SCPK 2008.	30
Tabela 8 -	Maiores exportadores mundiais de diamantes brutos e/ou lapidados – SCPK 2007.	31
Tabela 9 -	Maiores exportadores mundiais de diamantes brutos e/ou lapidados – SCPK 2008.	31
Tabela 10 -	Valor médio dos diamantes brutos e/ou lapidados exportados de maior preço – SCPK 2007.	32
Tabela 11 -	Valor médio dos diamantes brutos e/ou lapidados exportados de maior preço – SCPK 2008.	32
Tabela 12 -	Exportações brasileiras de diamantes em 2008.	34
Tabela 13 -	Importações brasileiras de diamantes em 2008.	34
Tabela 14 -	Províncias diamantíferas, seus respectivos distritos e campos, e número de diamantes estudados.	129
Tabela 15 -	Legenda dos parâmetros analisadas no cruzamento de variáveis.	130
Tabela 16 -	Distribuição dos diamantes, de acordo com o peso e região de produção.	152
Tabela 17 -	Distribuição dos diamantes, de acordo com a cor e região de produção.	153

Tabela 18 - Distribuição dos diamantes, de acordo com a forma e região de produção.	154
Tabela 19 - Distribuição dos diamantes, de acordo com a pureza e região de produção.	155
Tabela 20 - Distribuição dos diamantes, de acordo com a dissolução e região de produção.	157
Tabela 21 - Distribuição dos diamantes, de acordo com a clivagem superimposta e região de produção.	158
Tabela 22 - Distribuição dos diamantes, de acordo com as capas e região de produção.	159
Tabela 23 - Distribuição dos diamantes, de acordo com a qualificação e região de produção.	160
Tabela 24 - Resultados do teste Qui-Quadrado para variáveis sob estudo.	162
Tabela 25 - Coordenadas principais das linhas (variável peso).	163
Tabela 26 - Coordenadas principais das colunas (variável peso).	163
Tabela 27 - Coordenadas principais das linhas (variável cor).	165
Tabela 28 - Coordenadas principais das colunas (variável cor).	165
Tabela 29 - Coordenadas principais das linhas (variável forma).	166
Tabela 30 - Coordenadas principais das colunas (variável forma).	166
Tabela 31 - Coordenadas principais das linhas (variável pureza).	168
Tabela 32 - Coordenadas principais das colunas (variável pureza).	168
Tabela 33 - Coordenadas principais das linhas (variável dissolução).	170
Tabela 34 - Coordenadas principais das colunas (variável dissolução).	170
Tabela 35 - Coordenadas principais das linhas (variável clivagem superimposta).	172
Tabela 36 - Coordenadas principais das colunas (variável clivagem superimposta).	172
Tabela 37 - Coordenadas principais das linhas (variável capas).	173
Tabela 38 - Coordenadas principais das colunas (variável capas).	173

Tabela 39 - Coordenadas principais das linhas (variável qualificação comercial).	175
Tabela 40 - Coordenadas principais das colunas (variável qualificação comercial).	175
Tabela 41 - Resultados do teste Qui-Quadrado para variáveis sob estudo	177
Tabela 42 - Coordenadas principais das linhas (variável peso).	178
Tabela 43 - Coordenadas principais das colunas (variável peso).	178
Tabela 44 - Coordenadas principais das linhas (variável cor).	180
Tabela 45 - Coordenadas principais das colunas (variável cor).	180
Tabela 46 - Coordenadas principais das linhas (variável forma).	181
Tabela 47 - Coordenadas principais das colunas (variável forma).	182
Tabela 48 - Coordenadas principais das linhas (variável pureza).	183
Tabela 49 - Coordenadas principais das colunas (variável pureza).	183
Tabela 50 - Coordenadas principais das linhas (variável dissolução).	184
Tabela 51 - Coordenadas principais das colunas (variável dissolução).	185
Tabela 52 - Coordenadas principais das linhas (clivagem superimposta).	186
Tabela 53 - Coordenadas principais das colunas (clivagem superimposta).	186
Tabela 54 - Coordenadas principais das linhas (variável capas).	187
Tabela 55 - Coordenadas principais das colunas (variável capas).	188
Tabela 56 - Coordenadas principais das linhas (qualificação comercial).	189
Tabela 57 - Coordenadas principais das colunas (qualificação comercial).	189
Tabela 58 - Síntese das características mais importantes das populações de diamantes das províncias estudadas, enfatizando os aspectos “relevantes” e “contrários”.	191

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1 -	Afloramento do Conglomerado Sopa, na região de Guinda.	63
Foto 2 -	Detalhe de um afloramento do Conglomerado Abaeté, na Serra da Água Fria.	64
Foto 3 -	Afloramento de depósito coluvionar diamantífero, na região de Guinda.	65
Foto 4 -	Afloramento do Conglomerado Grão Mogol, às margens do rio Itacambiruçu.	77
Foto 5 -	Rio Abaeté, na região de São Gonçalo do Abaeté, área onde encontra-se em atividade as instalações da GAR Mineração.	88
Foto 6 -	Afloramento do Kimberlito Régis, onde nota-se o solo com coloração esverdeada devido ao avançado estágio de alteração.	97
Foto 7 -	Garimpo manual no rio Santo Inácio, imediações de Coromandel.	100
Foto 8 -	Garimpeiro lavando o cascalho dentro de uma “lavadeira”.	101
Foto 9 -	Virada de peneira para apuração.	101
Foto 10 -	Caminhão depositando cascalho em um jigge (Rio Santo Inácio).	103
Foto 11 -	Balsa de garimpo no rio Dourados.	103
Foto 12 -	Jigge em funcionamento na parte interna da balsa de garimpo.	104
Foto 13 -	Vista da área do empreendimento da Mina Canastra-1.	112
Foto 14 -	Vista do <i>blow</i> NW do kimberlito Canastra-1, ressaltando seu aspecto circular, dado pela quebra na vegetação.	113
Foto 15 -	Resquícios expostos de afloramento do kimberlito Canastra-1, na área de amostragem da SAMSUL Mineração.	115
Foto 16 -	Superfície aflorante do limite entre o <i>yellowground</i> e o <i>blueground</i> , que agora constitui o topo da intrusão, com os sedimentos coluvionares que antes recobriam o corpo aflorando à meia-encosta.	116
Foto 17 -	Detalhe da presença de granadas de diferentes colorações no afloramento do kimberlito Canastra-1.	116
Foto 18 -	Cachoeira Casca d’Anta, no rio São Francisco, com aproximadamente 200 m de queda, onde diamantes eram garimpados acima e a jusante da mesma, até a implantação do	

	Parque Nacional da Serra da Canastra, em 1972.	117
Foto 19 -	Diamantes do Distrito de Diamantina, denotando formas rombododecaedro e octaedro (peso em torno de 2 ct).	192
Foto 20 -	Diamantes do Distrito de Jequitaiá. A maior pedra à esquerda pesa 2,65 ct.	194
Foto 21 -	Detalhe de um cristal do Distrito de Jequitaiá, com peso de aproximadamente 4 ct.	194
Foto 22 -	Pequeno lote de diamantes do Distrito de Grão Mogol.	194
Foto 23 -	Lote de diamantes do Distrito de Diamantina, ressaltando a nítida presença de capas e pontos verdes (peso em torno de 1 ct).	194
Foto 24 -	Diamantes da região de Coromandel com alta quilatagem e presença de dissolução marcante. As cores que predominam são incolor e incolor-amarelado e ocorrem <i>fancies</i> (amarelo canário e rosa light). O octaedro no canto inferior direito pesou 4,7 ct.	195
Foto 25 -	Diamante rosa light pesando 5,92 ct, recuperado do rio Santo Antonio do Bonito, em Coromandel.	195
Foto 26 -	Diamante rosa intenso pesando 0,48 ct, recuperado do rio Douradinho, em Coromandel.	195
Foto 27 -	Lote de diamantes da Província da Serra da Canastra. Cristais pequenos, quase sempre incolores, com forma octaédrica e pouca dissolução.	196
Foto 28 -	Lote de diamantes da região de Coromandel. Nota-se intensa dissolução, formas irregulares, incolores e alguns com inclusões grandes (o cristal maior pesa 13,2 ct).	197
Foto 29 -	Lote de diamantes da Província Noroeste São Francisco, ressaltando sua heterogeneidade. Nota-se cristais com dissolução, formas rombododecaédricas, octaédricas, irregulares e lascas; de incolores a amareladas e marrons, sendo uma rosa <i>light</i> ; algumas com capa verde e as de maior quilatagem clivadas.	198
Foto 30 -	Diamantes da Província Noroeste São Francisco, com lascas e quebras perceptíveis, os dois centrais com <i>frosting</i> e o da esquerda com cor <i>fancy</i> rosa. Este último diamante pesou 1,8 ct.	199
Foto 31 -	Microdiamantes do rio Douradinho. Nota-se alguns cristais com capa verde mas com características típicas da região, alguns de cor <i>fancy</i> (amarelo canário); e com formas de rombododecaedro, octaedro e irregular; muito dissolvidos e lascas.	200

- Foto 32 - Agregados cristalinos *borts* escuros, encontrados com relativa frequência no rio Abaeté (maior com 33,12 ct e o menor com 1,72 ct). 201
- Foto 33 - Diamantes de qualificação industrial da Província Serra da Canastra. O cristal mais superior pesou 2,6 ct. 202

LISTA DE SIGLAS

AC	Análise de Correspondência
BRGM	Bureau de Recherches Geologiques et Mineries (Paris, FR)
CNCD	Cadastro Nacional do Comércio de Diamantes Brutos
CODEMIG	Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais
COMIG	Companhia Mineradora de Minas Gerais
COOPERGAC	Cooperativa dos Garimpeiros de Coromandel
CPK	Certificado do Processo de Kimberley
CSMAT	Controlled source audio frequency magneto-telurics
Ct	Quilate (=0,2 g)
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
FBPK	Fórum Brasileiro do Processo de Kimberley
GPR	Ground penetrating radar
GW	Global Witness
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo
KPCS	Kimberley Process Certification Scheme
MIDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MPLA	Movimento Popular de Libertação de Angola
ONU	Conselho de Segurança da Organização das Nações Unidas
PAC	Partnership Africa Canada
PK	Processo de Kimberley
PROSPEC	PROSPEC S/A Prospecções e Aerolevantamentos
RTC	Relatório de Transações sobre a Produção e Comercialização de Diamantes Brutos

SECEX	Secretaria da Receita Federal e de Comércio Exterior
SH	Sistemas Harmonizados de Codificação e Designação de Mercadorias
SOPEMI	Pesquisa e Exploração de Minérios S/A
SPCK	Sistema de Certificação do Processo de Kimberley
UNITA	União para Independência Total de Angola
USGS	United States Geological Survey

RESUMO

A partir do pressuposto de que lotes de diamantes provenientes de diferentes regiões possuem “assinaturas” mineralógicas típicas, propõe-se uma metodologia que venha a contribuir no sentido de se reconhecer feições específicas em lotes diamantíferos diversos do Estado de Minas Gerais. Esse Estado foi responsável pela posição do Brasil como principal produtor mundial de diamantes durante 1714 e 1870. Atualmente, embora a produção do país não seja representativa em termos mundiais, tal região ainda constitui uma das principais produtoras do país.

Deste modo, efetuou-se o estudo sistemático de lotes de diamantes de Minas Gerais, procedentes de áreas distintas nas quatro províncias diamantíferas reconhecidas, aqui definidas: (1) Serra do Espinhaço, (2) Noroeste São Francisco, (3) Alto Paranaíba e (4) Serra da Canastra. Na coleta de dados, o método adotado foi o *footprinting*, o qual consistiu em análise das macro-características de diamantes, e tratamento estatístico desses dados, objetivando que à partir das diferenças entre os lotes de áreas específicas, possa-se apontar a região de procedência, utilizando-se apenas da análise das características ópticas (e rápidas) dos cristais.

O reconhecimento da procedência dos lotes de diamantes a partir das principais feições de suas populações vem de encontro às exigências do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), a partir da adesão do Brasil ao Sistema de Certificação do Processo de Kimberley (SCPK). O SCPK, estabelecido em 2002 por iniciativa dos países produtores de diamantes da África Meridional, pretende elaborar um sistema geral de certificação para o comércio internacional de diamantes em bruto. A proposta inicial apresentava como objetivos: (a) deter o comércio de diamantes em bruto utilizados por movimentos rebeldes para financiar conflitos armados; (b) proteger a indústria de diamantes; (c) controlar o comércio de diamantes. No Brasil, o SCPK foi adotado de acordo com a Medida Provisória nº 125 de 2003, visando principalmente que o país continuasse participando do mercado externo.

A Província Serra do Espinhaço foi individualizada em campos e distritos diamantíferos, devido à sua maior dimensão. De modo geral os resultados mostraram que as áreas amostradas apresentam lotes de diamantes com características similares. Predominam os cristais rombododecaédricos, de cor incolor-amarelado, com baixo grau de dissolução, de boa qualidade e baixa quilatagem. Essas características pressupõem uma fonte alimentadora distal para os diamantes da região. A Província Alto Paranaíba apresenta uma população

característica de rombododecaedros, de cor incolor a amarelado, ocorrência de cores *fancies*, com marcante presença de quebras, inclusões, forte grau de dissolução e alta quilatagem. Essas feições priorizam uma fonte alimentadora proximal, considerando-se ainda a existência de inúmeros corpos kimberlíticos na região. A Província Noroeste São Francisco apresenta aspectos semelhantes à do Alto Paranaíba, entretanto ocorrem algumas diferenças, como a relativa frequência de cristais com formas e tamanhos diversos e a presença de capas verdes. A heterogeneidade dessa população pode estar relacionada à atuação de mais de uma fonte alimentadora, de origens distal e proximal. A Província Serra da Canastra mostra uma população substancialmente diferente das demais. Ocorrem cristais octaedros, incolores, bastante puros, de ótima qualidade comercial, porém de baixa quilatagem; entretanto é considerável também o percentual de tipos de qualidade inferior. Essas características provavelmente estão relacionadas com a presença de kimberlitos mineralizados na região.

Os resultados das análises estatísticas sobre a tipologia das populações das quatro províncias diamantíferas mineiras, comparados entre si, levam à constatação de que existem diferenças bastante nítidas entre os lotes de cada uma destas. Conclui-se que o método é eficaz, obtendo-se uma caracterização para as populações de cada província estudada. Desta forma, constitui um importante indicador no sentido de auxiliar na identificação da procedência dos lotes.

Palavras Chave: diamante, províncias diamantíferas, Minas Gerais, Certificação Kimberley.

ABSTRACT

Following the presupposition that parcels of diamonds from different regions possess distinct mineralogical "signatures", a methodology is proposed herein to recognize specific features of diamond parcels from Minas Gerais State. This state was responsible for Brazil's position as leading world producer of diamonds during the period 1714 to 1870. Although currently Brazil's production is not significant in global terms, Minas Gerais remains one of the major diamond producers in the country.

To develop the methodology referred to above, a systematic survey of parcels of diamonds was performed for four different diamond provinces in Minas Gerais defined here as: (1) Serra do Espinhaço; (2) Northeast São Francisco; (3) Alto Paranaíba; and (4) Serra da Canastra. The method used in collecting the data was footprinting, which consists of analysis of macro-characteristics of the diamonds, and subsequent statistical processing of data. The objective was that the differences between parcels would point to their specific region of origin, by using only rapid analysis of optical characteristics of the diamonds.

The recognition of the origin of diamond parcels using the main features of their population meets the requirements of the *Departamento Nacional de Produção Mineral* (DNPM), so that Brazil can adhere to the Kimberley Process Certification Scheme (KPCS). The KPCS was established in 2002 by initiative of the diamond producing countries of Southern Africa, intending to develop a general system of certification for international trade in rough diamonds. The original proposal had the following objectives: (a) stop the trade in rough diamonds used by rebel movements to finance armed conflicts; (b) protect the diamond industry; and (c) control the diamond trade. In Brazil, the KPCS was adopted in 2003, mainly to allow the country to continue participating in the world diamond market.

The Serra do Espinhaço Province was divided into diamantiferous fields and districts, due to its large size. Overall the results show that the sampled areas produce parcels of diamonds with similar characteristics. Rhombododecahedral crystals predominate. They are typically colorless to yellow, with a low degree of resorption, of excellent quality and low carat weight. These features require a distal source for the diamonds in the Serra do Espinhaço Province. The Alto Paranaíba Province is characterized by a population of rhombododecahedral crystal shapes that are colorless to yellow, including fancy colors, typically with a significant occurrence of breaks, inclusions, highly resorbed forms and high carat weight. These features favor a proximal source. Such a proximal source is consistent with the occurrence of numerous kimberlitic bodies in the region. The Northeast São

Francisco Province diamonds have similar aspects to those from the Alto Paranaíba. However, there are some differences such as the relative frequency of crystals with different shapes and sizes and the presence of green coats. The heterogeneity of this population may be related to the existence of multiple distal and proximal sources. The Serra da Canastra Province has a population substantially different from the other regions. Octahedral crystals occur that are colorless, very pure, and of excellent quality, although typically of low carat weight. However, the population also includes a considerable percentage of diamonds of inferior quality. These features are probably related to the presence of mineralized kimberlite in the region.

Comparison of the results of the statistical analysis on the populations of the four diamond provinces leads to the realization that enough differences exist between the parcels to recognize each region. It leads also to the conclusion that the method utilized is effective, resulting in a characterization for the population of each province studied. Thus, footprinting of macro-characteristics of diamonds is an important method to help identify the origin of the parcels.

Key words: diamond, diamondiferous provinces, Minas Gerais, Kimberley Certificate.

1 - INTRODUÇÃO

O diamante sempre foi visto como objeto de fascínio, riqueza e poder ao longo da história da civilização humana. O Brasil ocupa a segunda colocação como país que mais tempo foi seu principal produtor mundial, ficando atrás apenas da Índia. No longo período entre 1714 e 1870 o país alimentou cofres e realezas européias com diamantes minerados pelo regime de escravidão, entretanto muito pouco se usufruiu desse benefício e, mesmo em termos históricos, prevalecem na atualidade somente os temas folclóricos regionais, em geral mineiros e baianos.

O Estado de Minas Gerais foi o grande responsável pela posição do Brasil como principal produtor mundial de diamantes durante aquele um século e meio, embora sua produção tenha se tornado pouco significativa em termos mundiais. Nos últimos 30 anos, no entanto, investimentos exploratórios consideráveis vêm sendo aplicados na detecção de novos jazimentos, principalmente primários. As pesquisas realizadas sobre os diamantes na região são numerosas e remontam ao século XIX, embora não exista consenso sobre a origem e o real potencial geológico dos depósitos diamantíferos desse Estado.

De acordo com um levantamento preliminar realizado pela Companhia Mineradora de Minas Gerais (COMIG), em 1988, um total de 239 ocorrências de diamantes foram localizadas em todo o Estado. A partir desta pesquisa, foram individualizadas várias regiões centralizadoras da produção (e comércio) de diamantes no Estado, as quais foram reconhecidas em termos metalogenéticos como “províncias diamantíferas”, de grande importância para o fomento de futuras pesquisas técnicas e/ou científicas.

Ainda que os pesquisadores tenham opiniões divergentes quanto a origem e potencial geológico para o diamante, tais depósitos estão relacionados a rochas-fontes primárias, a rochas sedimentares conglomeráticas com idades entre o Proterozóico e o Cretáceo, e a sedimentos cenozóicos. Entretanto, com base em análises de lotes de diamantes já realizadas, sabe-se que as pedras exibem características individualizadas conforme a região onde encontram-se seus depósitos. Assim, ao se procurar conhecer as características dos lotes produzidos em determinadas regiões, prevalece a possibilidade de se identificar a procedência desses diamantes.

Tal fato adquire relevância ao se considerar que na última década, ganhou força a nível internacional manifestação destinada a reconhecer a origem dos diamantes no comércio varejista, com o objetivo de que se evitasse a compra de pedras produzidas de países africanos

em estado de guerra civil. Essa campanha levou à implementação do “Certificado do Processo de Kimberley”, emitido por países produtores de diamantes incluindo-se o Brasil. Entretanto, junto com a aceitação geral de tal certificado, diversos estudos têm procurado definir parâmetros de conferência de que os mesmos seriam eficazes. No decorrer desses acontecimentos, várias das certificações brasileiras foram colocadas em dúvida, com a possibilidade de inclusão de diamantes provenientes de outros países nos lotes já certificados, admitindo assim, em princípio, a inclusão de pedras de áreas não legalizadas, bem como de países beligerantes.

Os estudos realizados sobre lotes de diamantes das principais áreas produtoras de Minas Gerais têm mostrado ser possível identificar-se a procedência de lotes de diferentes áreas, através da definição de parâmetros básicos que, integrados e tratados estatisticamente, poderiam fornecer uma “assinatura” mineralógica típica para cada uma delas. Considerando-se ainda que no Brasil, a emissão do “Certificado Kimberley” é atrelada à indicação do número do processo minerário (junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM) do local de produção, constitui a linha-mestra desse trabalho uma proposta que possa levar a uma metodologia, capaz de auxiliar de maneira prática, o reconhecimento da localidade de origem de diferentes lotes de diamantes.

1.1 - OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho vem a ser o estudo sistemático de lotes de diamantes, os quais ocorrem em áreas distintas das quatro províncias diamantíferas reconhecidas em Minas Gerais, aqui melhor definidas. A partir do pressuposto de que lotes de pedras provenientes de diferentes regiões devem possuir “assinaturas” mineralógicas típicas, com os resultados obtidos pretende-se propor uma metodologia que venha a contribuir no sentido de se reconhecer feições específicas em lotes diamantíferos diversos, podendo assim auxiliar na identificação da procedência dos mesmos.

1.2 - JUSTIFICATIVAS

O reconhecimento da procedência dos lotes de diamantes a partir das principais características de suas populações vem de encontro às exigências do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), a partir da adesão do Brasil ao Sistema de Certificação do Processo de Kimberley (SCP). Conforme Resolução 56/263 de 13 de março de 2002, a

Assembléia Geral das Nações Unidas comunicou a criação do sistema de certificação objetivando sistematizá-la para o comércio de diamantes em bruto. Esta resolução visou principalmente impedir o financiamento de conflitos existentes na África por esse tipo de comércio. No Brasil, o SCPK foi instituído por meio da Lei nº 10.743, de 9 de outubro de 2003, sendo o DNPM e a Secretaria da Receita Federal e de Comércio Exterior (Secex) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), em conjunto, os responsáveis por tal implantação.

De tal modo, justifica-se esta pesquisa por fornecer subsídios que possam contribuir para identificação da procedência dos lotes de diamantes oriundos de Minas Gerais, no sentido de coibir a ação de que outros lotes, com possibilidade de serem originários de áreas de conflito, venham a ser delegados erroneamente como de uma determinada região do Estado. A possível ocorrência de tal prática vem sendo denunciada pela imprensa e ONGs, dificultando todo processo de emissão da certificação Kimberley pelos citados órgãos, e reduzindo as exportações de diamantes brutos produzidos no país. A pesquisa ainda pode contribuir para o entendimento de uma possível origem dos diamantes em determinados locais, inclusive considerando-se o fato da possibilidade de existência ou não de alguma relação dos mesmos com a configuração geológica das províncias.

1.3 - MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos desenvolvidos no âmbito do trabalho incluíram inicialmente um levantamento bibliográfico acerca do assunto abordado, bem como das regiões abrangidas nesse contexto. Outros procedimentos preliminares envolveram trabalhos de campo, visando o reconhecimento geral e análises preliminares de lotes de diamantes nas respectivas províncias.

O exame de lotes de diamantes nessas diversas províncias foi efetuado em campo, considerando-se as principais características mineralógicas dos mesmos. De acordo com o objetivo do trabalho, a intenção foi a de que as pedras pudessem ser reconhecidas apenas pelas suas diferenças peculiares, observadas *in situ*, sem a necessidade de utilização de técnicas e análises laboratoriais de maior complexidade.

A partir desses estudos foi gerado um banco de dados, para posteriores análises e comparações dos mesmos. Os resultados obtidos foram por fim apresentados de forma integrada, utilizando-se métodos geoestatísticos adequados aos parâmetros estudados.

1.3.1 - Levantamento Bibliográfico

O levantamento bibliográfico e posterior compilação sobre dados acerca da geologia e estudos anteriores realizados sobre os depósitos diamantíferos de Minas Gerais, incluiu ainda os principais temas de interesse para o trabalho, como estudos efetuados sobre populações de diamantes de outras localidades do Brasil e do mundo. Esse levantamento permaneceu em constante atualização durante o decorrer da pesquisa.

1.3.2 - Trabalhos de Campo

Os trabalhos geológicos de campo incluíram visitas a diversos pontos das quatro províncias diamantíferas de Minas Gerais, aqui propostas: Serra do Espinhaço, Alto Paranaíba, Noroeste São Francisco e Serra da Canastra (Figura 1).

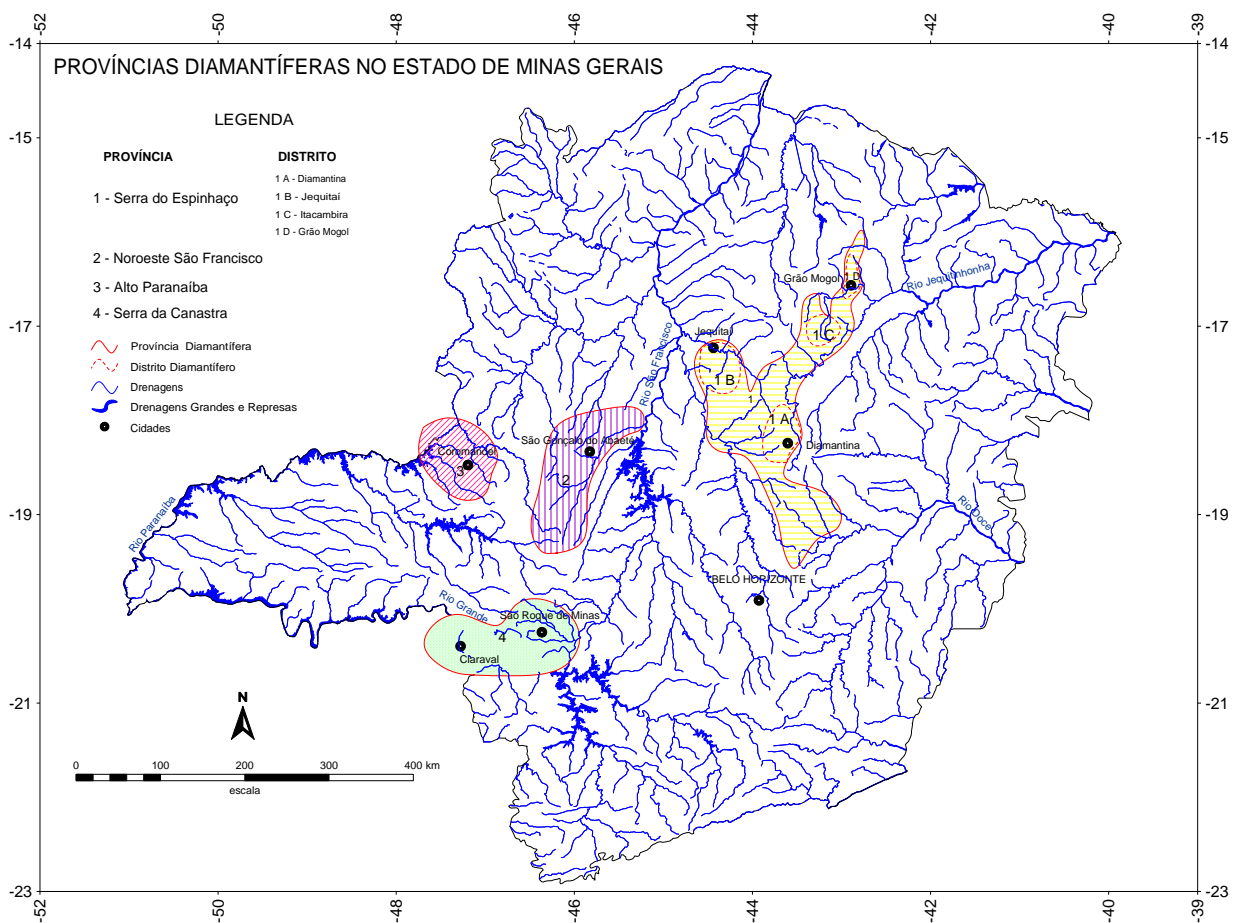


Figura 1: Mapa de localização das províncias diamantíferas de Minas Gerais: 1) Serra do Espinhaço, 2) Noroeste São Francisco, 3) Alto Paranaíba e 4) Serra da Canastra.

Essas etapas de campo objetivaram principalmente contatos com empresas mineradoras, comerciantes locais de pedras e garimpos para que se possa ter acesso a lotes de diamantes e assim realizar os exames *in situ* e as descrições detalhadas dessas populações.

1.3.3 - Cartografia

São apresentados mapas geológicos das províncias diamantíferas tendo por base os mais recentes estudos regionais. Ainda que não seja objetivo realizar mapeamentos geológicos sistemáticos nas áreas abrangidas para a elaboração desses mapas, foram também realizadas checagens de campo tendo em vista integrar-se as informações geológicas e litoestratigráficas respectivas.

Em acréscimo, foi gerado um banco de dados com informações georreferenciadas dos recursos diamantíferos de Minas Gerais, permitindo a elaboração de mapas temáticos das diversas variáveis relacionadas. Para tanto, utilizou-se o *software* ESRI-ARCGIS (versão 3.3). Tais informações foram recuperadas de acordo com pesquisas bibliográficas detalhadas, além das informações adquiridas em campo.

1.3.4 - Sistemática de Estudo do Diamante

As populações de diamantes de determinadas áreas possuem uma série de aspectos físicos particulares que, analisadas em conjunto, podem favorecer o conhecimento de sua área-fonte. Entre as principais propriedades que contribuem para a caracterização do diamante de certo depósito, destacam-se: granulometria; hábito cristalino; figuras de superfície; cor e inclusões minerais.

Para identificar os principais aspectos do diamante de qualquer localidade, seja um depósito primário, seja um depósito secundário, necessita-se estabelecer critérios qualitativos que possam ser reproduzidos em outras áreas diamantíferas, conforme constam na Figura 1. De tal modo, visando o conhecimento das características mineralógicas, os lotes de diamantes das várias áreas estudadas foram examinados cristal por cristal, com lupa de bolso *triplet* de 10 aumentos.

Número:	Província:	Distrito:
A - CARACTERÍSTICAS DE 1ª ORDEM (PRIMÁRIAS)		
A1 - Forma	<input type="checkbox"/> Octa-rombod. <input type="checkbox"/> Cubo-hexatetraedro <input type="checkbox"/> Geminado <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Agregado	
A2 – Peso (em quilates)	<input type="checkbox"/> 0,01–0,25 <input type="checkbox"/> 0,26–0,60 <input type="checkbox"/> 0,61–1,20 <input type="checkbox"/> 1,21–2,00 <input type="checkbox"/> >2,01	
A3 - Cor	<input type="checkbox"/> Incolor <input type="checkbox"/> Incolor-amarelado <input type="checkbox"/> Amarelado <input type="checkbox"/> <i>Fancy</i> <input type="checkbox"/> Cor “industrial”	
A4 - Pureza	<input type="checkbox"/> Pur-1 <input type="checkbox"/> Pur-2 <input type="checkbox"/> Pur-3 <input type="checkbox"/> Pur-4 <input type="checkbox"/> Pur-5	
A5 - Dissolução	<input type="checkbox"/> Imperceptível <input type="checkbox"/> Médio/visível <input type="checkbox"/> Dissolvido <input type="checkbox"/> Corrosão <input type="checkbox"/> <i>Frosting</i>	
B - CARACTERÍSTICAS DE 2ª ORDEM (SECUNDÁRIAS)		
B6 – Clivagem superimposta (lascas)	<input type="checkbox"/> Intacto <input type="checkbox"/> Levemente quebrado <input type="checkbox"/> Com quebra perceptível <input type="checkbox"/> Lasca	
B7 - Marcas de Impacto	<input type="checkbox"/> Sem marcas <input type="checkbox"/> Poucas e/ou rasas <input type="checkbox"/> Médias <input type="checkbox"/> Muitas e/ou profundas	
B8 - Capas	<input type="checkbox"/> Sem capas <input type="checkbox"/> Pontos verdes <input type="checkbox"/> Manchas verdes <input type="checkbox"/> Amarelas/marrons	
B9 – Qualific. Comercial	<input type="checkbox"/> Gema 1 <input type="checkbox"/> Gema 2 <input type="checkbox"/> <i>Chip</i> <input type="checkbox"/> Indústria	

Figura 2: Ficha utilizada para classificação das características mineralógicas dos diamantes em campo (modificada a partir de Chaves 1997, Chaves & Svisero 2000, Chaves & Benitez 2006, Benitez 2004).

No contexto dessa tese, os diamantes foram inicialmente classificados conforme os critérios estabelecidos em uma ficha (Figura 2), especificamente elaborada como uma evolução de outras anteriores, considerando-se conceitos de duas ordens: “primárias”, ou seja herdados de sua fonte magmática primária e, “secundárias”, adquiridas pelo cristal depois que se soltaram de tal fonte. Esses parâmetros encontram-se detalhados no capítulo 4, a partir da página 43.

1.3.5 - Análises Estatísticas de Dados

Os dados obtidos em campo foram tratados com métodos estatísticos considerados mais adequados, de forma qualitativa e quantitativa aos parâmetros estudados nos lotes examinados. Desse modo pretendeu-se obter resultados que pudessem refletir da forma mais realista possível e com resultados passíveis de reprodução das características das populações existentes em cada uma das quatro províncias diamantíferas do Estado de Minas Gerais.

Em Estatística existem várias técnicas para análise de dados, que variam de acordo com a natureza das variáveis utilizadas, e também com o objetivo final do trabalho realizado.

As variáveis aleatórias são divididas basicamente em dois tipos: quantitativas e qualitativas. Variáveis quantitativas são aquelas que representam um valor numérico, tais como ‘peso’, ‘altura’, ‘tempo’ e índices econômicos, dentre outros. Já as variáveis qualitativas representam valores não numéricos, tais como ‘cor’ ou ‘forma’ de um objeto, ‘preferência por uma marca’ etc.

A Estatística Multivariada é um ramo da Estatística que consiste em um conjunto de técnicas utilizadas em situações nas quais diversas variáveis são medidas simultaneamente para cada elemento amostral (indivíduo sob estudo). Em geral, as variáveis são correlacionadas entre si, e quanto maior o número de variáveis, mais complexa torna-se a análise por métodos de estatística univariada. Por este motivo, a estatística multivariada é tão importante para uma boa análise dos dados.

De uma forma geral, os métodos de estatística multivariada são utilizados com o propósito de simplificar ou facilitar a interpretação do fenômeno que está sendo estudado através da construção de novas variáveis que sintetizem a informação contida nos dados originais.

Alguns métodos utilizados para analisar variáveis quantitativas são: análise de componentes principais, análise fatorial e análise de *cluster*. Já para as variáveis qualitativas, são utilizados análise de correspondência, teste Qui-Quadrado para testar associação de variáveis e, entre outros.

1.3.5.1 - Análise de Correspondência

Neste trabalho será utilizada a análise de correspondência para o tratamento dos dados. A análise de correspondência (AC) é uma técnica de análise de dados adequada para analisar tabelas com duas ou mais variáveis cruzadas levando em conta algumas medidas de correspondência entre linhas e colunas.

De acordo com Mingoti (2005), os primeiros artigos que introduzem noções de análise de correspondência foram escritos em 1933. Vários trabalhos foram publicados nos anos posteriores, mas uma melhor formalização da metodologia foi proposta por Benzécri (1960) para estudar tabelas de contingência em linguística. A partir de 1975 a técnica foi difundida, sendo utilizada em diversas áreas do conhecimento, com publicações em diversos idiomas.

Mais do que simplesmente mostrar se existe associação entre duas (ou mais) variáveis, a AC explica como essas variáveis estão relacionadas através de suas respectivas categorias.

A AC possui diversos aspectos que a distingue de outras técnicas de análise de dados. Sua natureza multivariada permite revelar relações que não seriam detectadas em comparações dos pares de variáveis. Além disso, este tipo de análise é altamente flexível quanto a pressuposições sobre os dados: o único requisito é o de uma matriz retangular com entradas não negativas. A AC é mais efetiva se a matriz de dados é bastante grande, de modo que a inspeção visual ou análise estatística simples não consegue revelar sua estrutura.

1.3.5.2 - *Formulação Matemática*

A forma mais simples de AC é sua aplicação a uma tabela de contingência de dupla entrada, que é denominada análise de correspondência simples. Além desse tipo de análise, existe também a análise de correspondência múltipla, que não é utilizada neste trabalho. De um modo geral, uma tabela de contingência $i \times j$ é do tipo.

		Y				Total
		1	2	. . .	J	
X	1	n_{11}	N_{12}	. . .	n_{1j}	n_{1+}
	2	n_{21}	N_{22}	. . .	n_{2j}	n_{2+}

	I	n_{i1}	n_{i2}	. . .	n_{ij}	n_{p+}
Total	n_{+1}	N_{+2}	. . .	n_{+j}	N	

sendo que:

X é uma variável qualitativa com I categorias

Y é uma variável qualitativa com J categorias

n_{ij} é a frequência observada pela intersecção da i -ésima categoria da variável X com a j -ésima categoria da variável Y

n_{i+} é a frequência total observada na i -ésima categoria de X

n_{+j} é a frequência total observada na j -ésima categoria de Y

N é o total geral de frequências observadas.

O objetivo é estudar a associação entre as variáveis X e Y. De posse dos dados amostrais dispostos em uma tabela de contingência, observe as definições apresentadas a seguir:

1) Matriz de correspondências: é a matriz P , de dimensão $i \times j$ constituída das proporções $p_{ij} = \frac{n_{ij}}{n}$.

2) Matriz de perfil das linhas: é a matriz diagonal, denotada por D_r , cujos elementos diagonais são iguais a $r' = \left(\frac{n_{1+}}{n} \quad \frac{n_{2+}}{n} \quad \dots \quad \frac{n_{i+}}{n} \right)$. Os demais elementos são iguais a zero.

3) Matriz de perfil das colunas: é a matriz diagonal, denotada por D_c , cujos elementos diagonais são iguais a $c' = \left(\frac{n_{+1}}{n} \quad \frac{n_{+2}}{n} \quad \dots \quad \frac{n_{+j}}{n} \right)$. Os demais elementos são iguais a zero.

Considera-se então a matriz $\tilde{P} = P - rc'$. O número de coordenadas principais que será utilizado é calculado através do posto desta matriz, da seguinte forma: $k = \text{posto}(\tilde{P}) = \min(i - 1, j - 1)$. O posto de uma matriz é o número de linhas (ou colunas) linealmente independentes. As duas primeiras coordenadas principais das linhas e das colunas são as mais representativas em termos da associação total que existe entre as variáveis X e Y. Entretanto, em alguns casos, pode-se usar mais de duas coordenadas principais para analisar os resultados obtidos.

Os conceitos apresentados podem ser mais facilmente assimilados através de um exemplo simples, que será apresentado adiante.

1.3.5.3 - Exemplo de Aplicação

Conforme a Tabela 1 (exemplo adaptado e modificado de Mingoti (2005), na qual se tem $n=257$ diamantes classificados de acordo com as variáveis: forma (X), medida em 3 categorias; e região de produção (Y), medida em 4 categorias. De acordo com a notação apresentada, $n_{11} = 15$ é o número de diamantes com forma geminada extraídos da Região A; $n_{1+} = 135$ é o número de diamantes com forma geminada e $n_{+1} = 48$ é o número de diamantes extraídos dessa região.

Tabela 1: Exemplo simulado de aplicação considerando-se “forma dos diamantes” e “região de produção”.

Forma	Região				Total
	A	B	C	D	
Geminado	15	27	50	43	135
Irregular	25	37	12	8	82
Agregado	8	13	9	10	40
Total	48	77	71	61	257

Aplicando a técnica de análise de correspondência, já mencionada anteriormente, temos os seguintes resultados:

Matriz de correspondência:

$$P_{3 \times 4} = \begin{bmatrix} 0,058 & 0,105 & 0,195 & 0,167 \\ 0,097 & 0,144 & 0,047 & 0,031 \\ 0,031 & 0,051 & 0,035 & 0,039 \end{bmatrix}$$

Matriz de perfil das linhas:

$$D_r = \begin{bmatrix} 0,525 & 0 & 0 \\ 0 & 0,319 & 0 \\ 0 & 0 & 0,156 \end{bmatrix}$$

Matriz de perfil das colunas:

$$D_c = \begin{bmatrix} 0,187 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,299 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,276 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,237 \end{bmatrix}$$

O número de coordenadas principais possível de ser obtido é igual a $k = \min(3-1, 4-1) = 2$. Nas tabelas a seguir são mostrados os resultados obtidos para cada coordenada principal das linhas e das colunas.

Tabela 2: Coordenadas principais das linhas, conforme exemplo de aplicação.

Perfil das linhas	Coordenadas principais	
	1	2
Geminado	-0,351	0,014
Agregado	0,543	0,021
Irregular	0,013	-0,089

Tabela 3: Coordenadas principais das colunas, conforme exemplo de aplicação.

Perfil das colunas	Coordenadas principais	
	1	2
A	0,463	0,006
B	0,375	-0,007
C	-0,366	0,051
D	-0,412	-0,055

O *software* estatístico usado para realizar as análises fornece a informação de que os autovalores são respectivamente iguais a: 0,1596 e 0,0015. Desse modo, a inércia total é dada por: $0,1596 + 0,0015 = 0,1611$. Em termos de contribuição, a primeira coordenada principal representa $\left(\frac{0,1596}{0,1611}\right) * 100\% = 99,99\%$ da inércia total e a segunda representa apenas $\left(\frac{0,0015}{0,1611}\right) * 100\% = 0,91\%$.

O valor da estatística qui-quadrado para os dados da Tabela 1 é igual a: (tamanho da amostra) \times (inércia total) = $(257)\times(0,1611) = 41,40$. Esse valor qui-quadrado é o mesmo que seria obtido caso fosse realizado um teste para verificar a existência de associação entre a forma do diamante e região de produção. Ainda utilizando o *software* estatístico, é possível dizer que a 5% de significância, existe associação entre forma do diamante e região de produção (P-valor associado ao teste $< 0,05$).

Analisando-se a Figura 2, é possível concluir que a linha 2 (ou seja, diamante com forma agregada) está mais associada às colunas 1 e 2 (regiões de produção A e B, respectivamente). A linha 1 (diamante com forma geminada) está mais associada às colunas 3 e 4 (regiões de produção C e D, respectivamente); e a linha 3 (diamante com forma irregular) não está associada a nenhuma das categorias de forma do diamante, conforme observa-se na Figura 3.

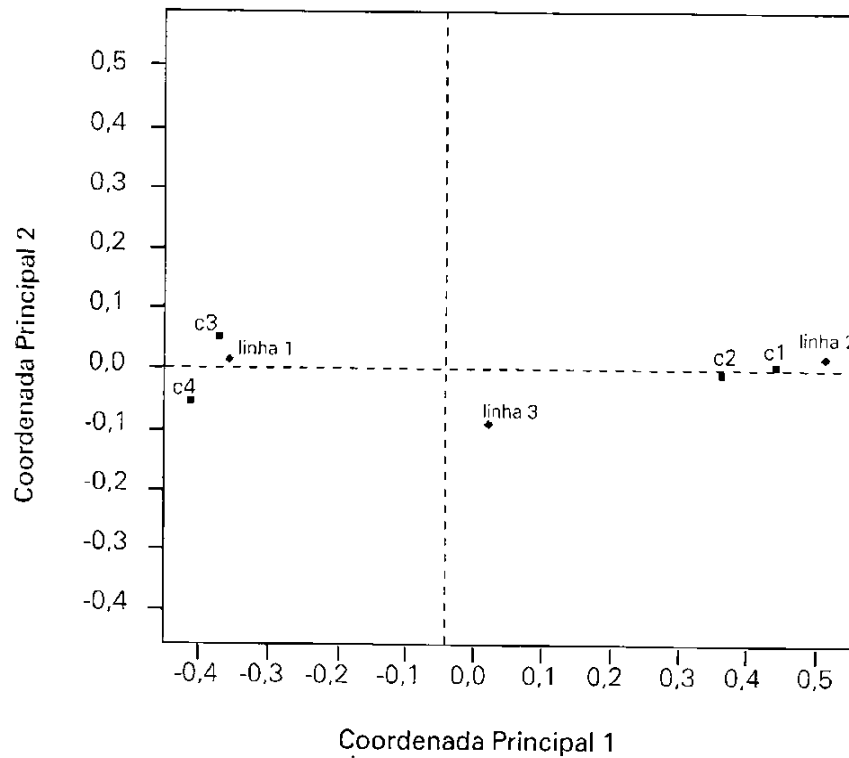


Figura 3: Gráfico de análise de correspondência, resultante dos dados fornecidos, a partir dos exemplos aplicados conforme tabelas 1, 2 e 3. (Adaptado de Mingoti 2005).

Além da análise de correspondência, para uma melhor compreensão, os dados foram tratados também com métodos estatísticos mais simples:

1.3.5.4 - Estatística Descritiva

Utilizou-se de estatística descritiva, através do método de distribuição e frequência das características intrínsecas aos diamantes, as quais constam na Figura 2.

1.3.5.5 - Associação entre Variáveis

A associação do comportamento de uma variável em relação à outra, corresponde a um método auxiliar de grande valia em estudos estatísticos. Dados referentes a duas variáveis podem ser dispostos em planos cartesianos com a frequência de ocorrência dos pares de valores. Estes diagramas permitem a identificação de tendências e padrões estabelecidos pela associação entre as variáveis (Magalhães & Lima 2002).

2 - HISTÓRICO DA ECONOMIA MINERAL DE DIAMANTES NO BRASIL

A questão da descoberta de diamantes no Brasil é ainda alvo de muitas controvérsias, com a certeza apenas que ela foi dada em decorrência da lavra de aluviões explorados para ouro. De acordo com Souza (1942), bem como Zemella (1990) e Souza (1999), embora não se saiba exatamente quem foi o descobridor, atribui-se a Bernardo da Fonseca Lobo em fins de 1723, em suas lavras do córrego Morrinhos, ao norte de Diamantina. Esse direito de descobridor foi inclusive conferido a Fonseca Lobo, por alvará do governo português de 12 de abril de 1734.

Na época, governava a província de Minas Gerais Dom Lourenço de Almeida, que não comunicou de imediato a Lisboa sobre os achados. Como diamantes começaram a chegar a Lisboa em 1728, mas somente em 2 de dezembro de 1729 o governador exarou o primeiro ato administrativo, ao baixar uma portaria declarando nulas as áreas concedidas de exploração de ouro em terrenos diamantinos (Souza 1942). Entretanto, outros autores acreditam que tal descoberta tenha se dado muito antes, em 1714, no rio Pinheiro, também na região de Diamantina (eg. Vianna 1957, Santos 1978).

2.1 - A LIVRE EXTRAÇÃO E A EXTRAÇÃO MEDIANTE CONTRATOS

Após o recebimento da carta régia de 8 de fevereiro de 1730, as autoridades reuniram-se em Vila Rica (capital da província), quando resolveu-se que as áreas diamantíferas seriam concedidas mediante pagamento de 5\$000 (réis) por escravo utilizado nos serviços, e o ouvidor do Serro seria encarregado de demarcar as “datas” e sua fiscalização. A multa por escravo a mais seria de 20\$000. Tais condições foram consideradas brandas; a produção de diamantes cresceu muito e os preços caíram. Enquanto a coroa buscava uma outra solução, o aumento da produção continuou, junto com o contrabando e mesmo falsificações dos bilhetes de capitação.

André de Mello e Costa, sucessor de Dom Lourenço, aumentou o valor da capitação até 40\$000. No entanto, as constantes intervenções da política do reino como tentativas de controlar a oferta e de sustentar os preços foram frustradas. A produção e o contrabando continuaram aumentando. O valor dos diamantes baixou de 8\$000 para 2\$000 o

ct e, em 1733 não haviam compradores para o produto por qualquer preço em Lisboa (Souza 1942, Paula 2000).

Na época, quatro propostas para solucionar os problemas foram colocadas em estudo:

1) A compra de todos os diamantes do Brasil pelo erário régio, ou por uma companhia fundada para tal finalidade, cujo privilégio seria mantido, punindo-se os transgressores com penas severas.

2) A formação de uma companhia de mineiros que pagaria à coroa os quintos, ou outra compensação adequada. Para evitar que esta empresa extraísse todas as pedras das lavras durante o tempo de concessão, e que impedisse de renová-la a outros, seria imposto um limite máximo no número escravos com que se pudesse trabalhar.

3) A formação de uma companhia de concessão temporária ou mesmo perpétua, que tivesse o monopólio da venda das pedras, formada com capitais e com entradas representadas pelos próprios diamantes, adquiriria todos os que estivessem no mercado, pelo preço corrente ou caso os donos não anuíssem em vendê-los, se incumbira de negociá-los por conta dos possuidores mediante 8% de comissão e ficaria com eles pelo preço corrente, se depois de 3 anos ainda não os tivesse vendido. Desta forma, o mercado seria obrigado a ter como regulador único a empresa a se formar (esta exigia capitais elevados, que o plano teve que ser abandonado).

4) A cessação dos trabalhos nas minas, permitindo-se a livre circulação no Brasil dos diamantes já extraídos; mas, com obrigatoriedade de sua venda, por preço razoável, desde que fossem remetidos para Portugal a uma companhia formada por meio de entradas de dinheiro ou representadas pelo valor das próprias gemas, facilitando a incorporação da empresa. A coroa receberia um décimo dos lucros para compensar os prejuízos dos créditos durante a suspensão dos serviços e poderia adquirir as partes dos sócios que quizessem vender, ou comprar-lhes as pedras, o que poderia também ser efetuado com dinheiro proveniente daqueles que se tornassem acionistas mediante entradas efetuadas em moeda. Os diamantes apreendidos em contrabando seriam confiscados e devidamente reunidos em lotes por tamanho e qualidade, subiriam de valor, visando lucros a todos os interessados (coisas que, segundo se pensava, os contrabandistas nunca poderiam obter).

Após analisadas, segundo Souza (1942), concluiu-se que as três primeiras propostas seriam inviáveis pelos elevados capitais que exigiriam e a última, dos judeus

ingleses, seriam inconvenientes aos interesses portugueses. Sugeriu-se então, que os terrenos diamantinos fossem reservados à coroa e fossem lavrados metodicamente e vagarosamente, a fim de se permitir o escoamento dos estoques e de se promover a valorização do produto. Tal sugestão foi consubstanciada na carta régia de 30 de outubro de 1733. Logo foi proibida a extração dos diamantes, e demarcada uma área, suscetível de aumentos futuros, onde somente iria ser feita exploração e reservadas para a coroa as pedras de peso superior a 20 ct. Com essas medidas diminuiu muito a exploração lícita e também o garimpo furtivo, pela ação violenta do regimento de dragões. Assim valorizou-se novamente o diamante.

Em 1738, a coroa portuguesa determinou que fossem retomados os trabalhos de extração. Foram reunidos no Serro os antigos mineiros dispersos pela capitania, onde foram apresentadas as condições: capitação de 230\$000, fixação de um número limitado de escravos e exploração interpolada de trechos ricos e trechos pobres dos depósitos, revogação da exigência de pertencerem à coroa as pedras superiores a 20 ct. Condições, estas, consideradas muito onerosas e não aceita pelos mineiros.

De acordo com Vianna (1957) no regime dos contratos, cujas pessoas arrematavam as áreas para exploração e poderiam levar, no máximo, 600 escravos como empregados. Os contratos eram renovados, bem como critérios para exploração na zona dos diamantes. Segundo Souza (1942) o primeiro contrato foi celebrado com João Fernandes de Oliveira, indivíduo arruinado, indicado devido a retração dos antigos mineiros. Este vigorou de 1º de janeiro de 1740 a 31 de dezembro de 1744, com os mesmos arrematantes de 1744 a 1747, sendo neste, incluída a cláusula pela qual os contratantes receberiam um adiantamento anual de 150.000 cruzados, feito pela Casa dos Contos.

Os contratos, no entanto, não foram cumpridos rigorosamente, pois o número de escravos utilizados era sempre maior do que o permitido, devido à interpretação de que o número 600 se referia apenas a escravos empregados em mineração e não aos destinados aos trabalhos auxiliares. Também não foi cumprida a obrigação de exploração interpolando trechos ricos e pobres. Assim o terceiro contrato foi dado a Felisberto Caldeira Brant, sob as condições dos anteriores, sendo, entretanto, a capitação de 220\$000. Sua forma de administrar causou-lhe prejuízos e acabou preso. As letras que sacara contra os caixas da extração em Lisboa foram protestadas e causaria tão sérias consequências, que o Marques de Pombal mandou pagá-las pela fazenda real e tomou diversas providências que resultaram numa intervenção direta do governo português no mercado de diamantes.

Em 1753 foi assinado em Lisboa um contrato com a firma inglesa Bristows Warde & Cia, para a venda de uma quantidade fixa de diamantes, com preços fixos, por um

determinado período. Posteriormente foram assinados contratos com outras empresas. Esses compradores eram quase sempre manobrados pelos judeus de Londres ou Amsterdam. O regime de contratos para a extração de diamantes no Brasil continuou até 31 de dezembro de 1771, quando foi declarado extinto o sexto e último contrato, que vigorava desde 1 de abril de 1762.

2.2 - A REAL EXTRAÇÃO

A Real Extração, fundada em 1772 conforme decreto de 12 de julho de 1771, foi o terceiro sistema a ser implantado e define-se como a extração por conta da fazenda real, regulamentada pelo Regimento Diamantino, orientada pelo célebre “livro da capa verde”. O nome deste livro justifica-se, segundo Furtado (2008), no fato de que o único exemplar enviado ao Arraial do Tejuco era encadernado em marroquim verde e ficava exposto na entrada do prédio da intendência.

Ainda sobre o “livro da capa verde”, Prado Júnior (1986) assinala que, esse era a apuração de uma tirania máxima e de terror sobre os mineradores de diamantes durante meio século. Esse regimento só era aplicado em Minas Gerais, especificamente no Distrito ou Demarcação de Diamantina, porque apenas nessa área foi autorizada a exploração legal das jazidas diamantíferas. Em outros lugares, a extração era severamente proibida, medida adotada para reduzir a produção e manter os preços.

De acordo com relatos de Souza (1942), bem como Prado Júnior (1986), no novo regime instituído, o intendente das minas era senhor absoluto no Tijuco. A violência, o arbítrio, o julgamento sem forma de processo eram permitidos pelo regimento. E tais eram seus dispositivos que quanto mais exato fosse o intendente no cumprimento da lei, tanto mais execrada ficava sendo sua administração. Os poderes do intendente iam desde o confisco de todos os bens até decretação de pena de morte civil, que significava para o indivíduo a perda de todos os direitos, como se não existisse, diferente da morte natural.

O regime da Real Extração durou até 1832. Antes, a lei de 13 de maio de 1803, havia abolido a Real Extração. Mas essa lei não foi aplicada e foi suspensa pelo alvará de 1º de setembro de 1808. O primeiro ato do governo português ditou a convicção de que não valia mais a pena o erário real custear a extração de diamantes, bastando reservar-se à coroa o monopólio do comércio. O segundo, por ter a coroa chegado à conclusão oposta em face de um relatório da Junta do Tijuco.

Em 27 de julho de 1821, o Príncipe Regente declarou não ser mais aplicável o artigo 7º de Regimento, que permitia os despejos dos habitantes da demarcação, causando o desprestígio dos intendentess. A extração foi decaindo, com a pobreza das lavras e a escassez nos adiantamentos enviados pelo Tesouro, cuja importância anual foi reduzida, em 1824 a 60:000\$000, tendo sido, inicialmente, de 200:000\$000 e passado, em 1725, a 120:000\$000.

O contrabando ocorria em grande escala, apesar das medidas tomadas e o intendente deixava de ser senhor absoluto do Tijuco. A obtenção de concessões de lavra foi se tornando mais fácil e trabalhava-se por toda parte, exceto em poucos pontos reservados à Extração, que operava muito pouco com seus poucos recursos. Segundo Souza (1942), somente com o decreto de 25 de outubro de 1832 extinguiu-se a Real Extração, porém não foi executado devido a muitos protestos, visto que fazia caducar sumariamente concessões em vigor e estabelecia uma taxa de 4\$500 por cada data, importância considerada muito onerosa. Em 1841 a Extração tinha apenas 11 homens trabalhando na lavagem de cascalhos na localidade de Currálinho (atual Extração), ainda reservado à exploração do governo. A região foi então invadida por inúmeros mineiros que tomaram conta desta definitivamente, dispersando os últimos remanescentes da empresa real.

2.3 - NOVAS LEIS DO IMPÉRIO PARA REGULAMENTAÇÃO DAS EXPLORAÇÕES DIAMANTÍFERAS

Em 24 de setembro de 1845, novo decreto foi baixado regulando a exploração de diamantes, regulamentado em 17 de agosto de 1846. No entanto, nova lei de 6 de setembro de 1852, regulada pelo decreto de 18 de dezembro do mesmo ano, corrigiu os defeitos apontados na anterior e foi posta em execução a partir de 1853. De acordo com Souza (1942) podem ser citados:

- A garantia às ocupações sem atenção à legitimidade de suas origens, concedendo ao mineiro a faculdade de arrendar o terreno que estivesse efetivamente ocupando, pelo preço de 1 real por braça quadrada, sem dependência de hasta pública. Para a prova da efetiva ocupação seria suficiente a existência de qualquer estabelecimento, bem feitoria ou casa de vivenda pertencente à pessoa que pretendesse o arrendamento, ou o fato de estar continuando os serviços abertos anteriormente.

- Aos concessionários em primeiro lugar, e em segundo aos proprietários do solo foi dada a preferência para, pela mesma forma, arrendarem o terreno de sua concessão ou propriedade, nunca, porém ficando o simples ocupante, embora sem título, privado de

arrendar um lote até seis mil braços quadrados que compreendesse o lugar em que estivesse assentado o serviço.

- Aos terrenos já explorados, mas não efetivamente ocupados, se determinou que fossem arrendados em hasta pública; e o preço mínimo de cada braça quadrada, que pela lei de 1854 era de trezentos réis, reduzido a cinco réis pela lei de 26 de outubro de 1848, ainda foi reduzido a um real.

Foi corrigido o defeito da lei, que estabelecia o prazo de quatro a dez anos para o contrato do arrendamento, facultando-se ao arrendatário o direito de continuá-lo por qualquer tempo enquanto lhe conviesse; não podendo, porém lote algum conter mais de cem mil braços quadrados e ninguém obter mais de dois lotes. Com a lei de 25 de setembro de 1867 revogou-se a proibição aos estrangeiros de minerarem, o que fez a exploração de diamantes no Brasil desenvolver-se bastante até a descoberta dos diamantes da África do Sul.

A última lei do Império que tratou dos diamantes foi a de 23 de agosto de 1873, sobre a qual se baseou o regulamento dos terrenos diamantinos aprovado por decreto de 23 de junho de 1875. Por este último código de disposições regeram-se todos os negócios da administração daqueles terrenos, até a Proclamação da República, e pouco se afastaram do seu conteúdo as modificações posteriores a essa data.

O regulamento começa com a afirmação: “Os terrenos diamantinos” de que trata o art.3.º pertencem ao domínio do Estado. Entre outros atributos:

- Reorganiza o pessoal, que constituiria daí por diante uma administração geral em cada província onde houvesse diamantes, subordinadas todas ao ministério da fazenda.

- Estabelece que a exploração desses terrenos só poderá ser feita por arrendamento ou com licença para faiscar, para os serviços menos importantes. O proprietário ou ocupante dos terrenos tem preferência para o arrendamento direto pelo preço mínimo de tabela e até o limite máximo da área concessível, com a garantia de dois fiadores idôneos ou pela caução das apólices gerais no valor do preço a pagar durante um ano.

- Os terrenos não arrendados por essa forma são licitados em hasta pública, e para esta são instituídas novas regras. Para as sociedades ou companhias mineradoras alargam-se prazos e áreas de concessão.

- O processo de divisão dos terrenos diamantinos em lotes e da avaliação de suas áreas ocupa outro capítulo do regulamento constitui um conjunto de normas relativas à duração, transferência e tempo de pagamento dos arrendamentos. Multas, recursos e disposições gerais são objetos de outras partes deste código.

2.4 - A CONSTITUIÇÃO DE 1891

A constituição de 1891 modificou o regime mineiro no Brasil, conferindo aos Estados a competência para legislar sobre as minas em seus respectivos territórios.

A primeira lei para regular a exploração de jazidas minerais em Minas Gerais foi a lei nº 285, de 18 de setembro de 1899. No que se refere aos diamantes, foi estabelecido:

“Continuam em vigor as disposições sobre o arrendamento dos terrenos diamantinos, com as alterações seguintes: ficam extintos os arrendamentos de terrenos do domínio particular findo o respectivo prazo, se o governo não puder rescindi-los antes, sem ônus para o Estado; fica pertencendo ao proprietário a renda proveniente do arrendamento; continuam em vigor os arrendamentos já realizados em terrenos do domínio do Estado, que poderá renová-los, se achar conveniente; fica elevado a quatro o número de lotes de que trata o art. 37 do regulamento de 1875; as companhias ou sociedades, além do terreno que podem arrendar, podem adquirir outros lotes por cessão ou sub-arrendamento de terceiros; à hasta pública precederão editais chamando quem se julgar no direito à propriedade do solo a apresentar sua reclamação no prazo de cinco dias depois de concluída a praça, com recurso voluntário para o Governo; feito o arrendamento de acordo com a regra precedente, só o Poder Judiciário tem competência para conhecer das questões que se suscitarem sobre domínio do solo (art. 22)”.

Em 15 de setembro de 1902, foi expedida a lei nº 344, onde ressaltam-se as regras referente aos terrenos diamantinos, com as modificações desta e da lei nº 285 (art. 6):

- Os terrenos diamantinos serão administrados por uma repartição imediatamente subordinado à diretoria da Agricultura, Viação e Indústria, composta de um delegado (engenheiro) e um secretário desenhista, repartição que terá por sede Diamantina (art. 7).

- Nos outros municípios, o coletor das rendas estaduais será agente do delegado da Diretoria (art. 8).

- Nos rios objeto de privilégio, nos termos da Lei nº 344, não serão concedidos novos lotes, esta regra não compreende os rios que não forem caudais, nem os córregos que banharem terras do domínio do Estado (art. 9).

- Os pedidos de arrendamento de lotes por sociedade ou companhia serão dirigidos ao delegado da Diretoria, diretamente ou por seus agentes; o delegado fará ou mandará proceder à medição por conta dos pretendentes e expedirá o edital de praça para ser publicado no jornal oficial e enviará ao diretor; a medição só se fará depois de depositada a

quantia, em que ela importar... Se seis meses após a praça não for exibida a medição, o pretendente incorrerá na multa de 100\$000 e será julgada sem efeito a arrematação (art. 10).

- Os pequenos lotes continuarão a ser arrematados de acordo com o decreto de 1875 (art. 11).

- As transferências dos lotes por sociedade ou companhia serão feitas por despacho do delegado, sujeito à aprovação do governo, que mandará retirar a medição, se julgar conveniente, correndo as despesas por parte dos concessionários ou cessionários (art. 12).

- O imposto a pagar pelos arrendamentos é de 1\$0 por km² e de 5\$0 pelos pequenos lotes (art. 13).

- O prazo para pagamento do imposto é de noventa dias, contados a partir de 1º de janeiro de cada ano (art. 14).

2.5 – O REGIME INSTAURADO PELA REVOLUÇÃO DE 1930

Com o novo regime, o governo Provisório baixou primeiro um decreto proibindo a alienação de jazidas minerais sem autorização do governo e depois, o decreto nº 24193 de 3 de maio de 1934 e em seguida o Código das Minas, decreto nº 24642, de 10 de julho de 1934.

A Constituição de 1934 estabeleceu o regime de “separação” que prevaleceu até os dias de hoje (Souza 2005). Dessa forma, adotado o princípio da separação, se o solo pertence ao particular, o recurso mineral, ao contrário, pertence à União. O antigo sistema de Acessão (a jazida era concebida como parte integrante do solo e sua exploração só poderia ser feita pelo proprietário superficiário) foi substituído pelo sistema de Concessão.

O decreto nº 24193 regulou a garimpagem e a faiscação em todo o território nacional. Foi criada nas coletorias federais, a matrícula gratuita, mas obrigatória, intransferível e exclusivamente válida para a zona a que fosse expedida. Tais atividades foram declaradas livres nos rios públicos e terras devolutas e, em terras particulares, sujeitas a licença dos proprietários. O ouro aluvionar e as pedras preciosas só poderiam ser adquiridos por compradores autorizados por decreto do Governo Federal, obtido mediante prova de idoneidade e caução depositada no Tesouro nacional, sendo a autorização dada para zonas determinadas. Poderiam também comprar ouro e pedras preciosas, as cooperativas de garimpeiros, que, entretanto, nunca se estabeleceram.

O decreto regulou também as relações comerciais entre compradores e vendedores, instituindo livros e certificados para esse fim e penalidades para os infratores.

Declarou isentas de impostos federais as operações de compra e venda dessas mercadorias. A exportação de pedras preciosas só poderia ser feita por exportadores autorizados e mediante certificado de avaliação, que era feito por um serviço criado na Casa da Moeda.

Em 4 de julho de 1938, o decreto lei nº 466, que dispõe sobre a garimpagem e o comércio e pedras preciosas, estendeu seu contexto aos carbonados e pedras semi-preciosas. Entretanto, não trouxe grandes inovações ao regulamento, já referido do decreto nº 24.193 e manteve sua atribuição rigidamente fiscal. Contudo, o decreto-lei 466 melhorou a situação a respeito da compra e exportação de pedras preciosas só poderem ser realizadas por pessoas físicas ou jurídicas autorizadas. Tal condição era muito criticada por criar monopólio para a exportação da mercadoria, restringindo-se a uns poucos estrangeiros.

Os dispositivos que tratam deste assunto são:

Art. 8 - Podem comprar pedras preciosas em bruto:

a) as cooperativas de garimpeiros, quando autorizadas especialmente por decreto do Presidente da República;

b) as pessoas físicas ou jurídicas, de reconhecida idoneidade moral, com documentos julgados aptos pelo Ministério da Fazenda e desde que tenham depositado no tesouro nacional ou nas delegacias fiscais, para garantia da fiel execução das obrigações do ofício, a caução de cinco contos de réis (5:000\$0).

c) independentemente de decreto de autorização, os lapidadores, fabricantes de jóias e obras de ourives.

Art. 12 – É vedado ao garimpeiro comprar pedras preciosas, sob pena de confisco da mercadoria comprada.

Art. 13 – As pedras preciosas garimpadas só poderão ser vendidas pelos garimpeiros a compradores autorizados, a lapidários, a fabricantes e comerciantes de jóias e obras de ourives, mediante inscrição na Fiscalização Bancária do Banco do Brasil.

§ único – O documento necessário à inscrição referida neste artigo é o registro de que trata o art. 21.

2.6 - O CÓDIGO DE MINERAÇÃO DE 1967

O modelo emancipado de aproveitamento mineral contido na Carta de 1937 e ratificado no Código de Minas de 1940 foi praticamente extinto na Assembléia Constituinte de 1946. Essa Constituição autorizava a internacionalização das jazidas brasileiras e mantinha o direito de preferência mediante a qual a exploração mineral por não-proprietários só poderia

vir a ser efetivada após o superficiário haver desistido de exercer tal faculdade legal. Uma vez exercitado tal direito, o aproveitamento de uma jazida poderia vir a ser retardada por no mínimo quatro anos, desde quando, a autorização de pesquisa durava dois anos e a sua renovação igual período. De acordo com o Código de Mineração, “entende-se por pesquisa mineral a execução dos trabalhos necessários à definição da jazida, sua avaliação e determinação do seu aproveitamento econômico (Brasil 1967).

O art. 2º do Código de Mineração – Decreto-Lei 227 de 28 de fevereiro de 1967, separa o regime de Autorização de Pesquisa do regime de Concessão de Lavra. Entretanto, embora submetido a regras próprias, este último sucede o primeiro, como sua consequência, compondo ambos um único procedimento, reconhecido na legislação minerária. O mesmo direito de prioridade que garantir a outorga do título de autorização de pesquisa garantirá, à sequência, a outorga da concessão de lavra.

Segundo Juhász & Brandão (1982), na Constituição Federal de 1967, a principal mudança em relação à mineração, foi a substituição do direito de preferência do proprietário do solo pelo direito de participação deste nos resultados da lavra.

Com essas modificações, a disputa pela posse das jazidas, que anteriormente se dava entre o minerador e o proprietário do solo, uma vez extinto o direito de preferência, promove-se uma disputa entre os interessados visando o exercício do direito de prioridade. O Direito de Prioridade é a precedência na protocolização do requerimento de autorização de pesquisa no DNPM. Preliminarmente, a prioridade só poderá ser conferida a quem esteja em condições de exercê-la. Entre outras obrigatoriamente o titular da autorização deverá apresentar o relatório dos trabalhos realizados, seja qual for o resultado da pesquisa. A pesquisa deverá ser concluída no prazo de vigência da autorização. O Relatório apresentado, passa por análises dos técnicos da Divisão de Fomento da Produção Mineral que darão um parecer. Após publicado no Diário Oficial da União, a aprovação do Relatório de pesquisa, o titular terá um ano para requerer a concessão de lavra.

O exercício das atividades de garimpeiro, passa a depender de permissão do Governo Federal. Esta é concedida através da Matrícula do garimpeiro fornecida pelas Coletorias Federais dos municípios onde forem realizados os trabalhos. Tais atividades em terras particulares exigem o prévio consentimento dos proprietários, sendo que a contribuição a ser paga pelo garimpeiro não poderá exceder o dízimo do Imposto Único sobre Minerais.

Em 1976, a Lei nº 6.403, proíbe terminantemente a realização de trabalhos de garimpagem, cata e faiscação em áreas de Autorização de Pesquisa ou de Concessão de Lavra. Foi instituída a “Área de Livre Garimpagem”, nas quais o aproveitamento mineral faz-

se exclusivamente por trabalhos de garimpagem. Esse novo mecanismo para o aproveitamento de riquezas minerais no Brasil é subordinado aos interesses do setor mineral e o DNPM e Ministério de Minas e Energia, através de Portaria, passou a instituir áreas para a livre ação dos garimpeiros.

2.7 – A CONSTITUIÇÃO DE 1988

Na Constituição Federal de 1988 (Brasil 1988), foram instituídos outros fundamentos que regem a pesquisa de lavra e minerais no Brasil. Entre estes, destacam-se:

- Competência da União em estabelecer as áreas e as condições para exercício da atividade de garimpagem, em forma associativa;

- Competência exclusiva do Congresso Nacional de autorizar, em terras indígenas, a pesquisa e lavra de riquezas minerais;

- O Estado fornecerá a organização da atividade garimpeira em cooperativas, levando em conta a proteção do meio ambiente e a promoção econômico-social dos mineradores;

- As cooperativas de garimpeiros terão prioridade na autorização ou concessão para pesquisa e lavra dos recursos e jazidas de minerais garimpáveis, nas áreas onde estejam atuando, e naquelas fixas pela União, na forma da lei;

- A pesquisa e a lavra de recursos minerais somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no país, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas;

- Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei;

- A pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivadas com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei;

- Não se aplica às terras indígenas o favorecimento à organização da atividade garimpeira em cooperativas, e elas não terão prioridade na autorização ou concessão para pesquisa e lavra dos recursos e jazidas minerais.

3 - CERTIFICAÇÃO KIMBERLEY

3.1 - BREVE PREÂMBULO HISTÓRICO

Desde as descobertas ocorridas no sul da África a partir do final da década de 1860, as quais desbancaram o Brasil do seu longo período de domínio da produção mundial de diamantes, o eixo envolvendo pesquisa-desenvolvimento-lavra-comércio desse bem mineral passou de modo definitivo às mãos do monopólio da megaempresa sul-africana De Beers (detalhes adicionais sobre a evolução de tal empresa em Chaves & Chambel 2003). De fato, essa empresa soube controlar com eficiência inquestionável toda a cadeia produtiva, desenvolvendo uma metodologia de ação que se tornou clássica e imbatível em termos industriais (visualizado no *pipeline* da empresa – Figura 4). Tal modelo funcionou com perfeição até a década de 1980, quando novos fatores surgiram progressivamente, prejudicando a hegemonia da De Beers, e mudaram parcialmente o cenário da cadeia fornecedora do diamante no planeta. Os principais desses fatores foram:

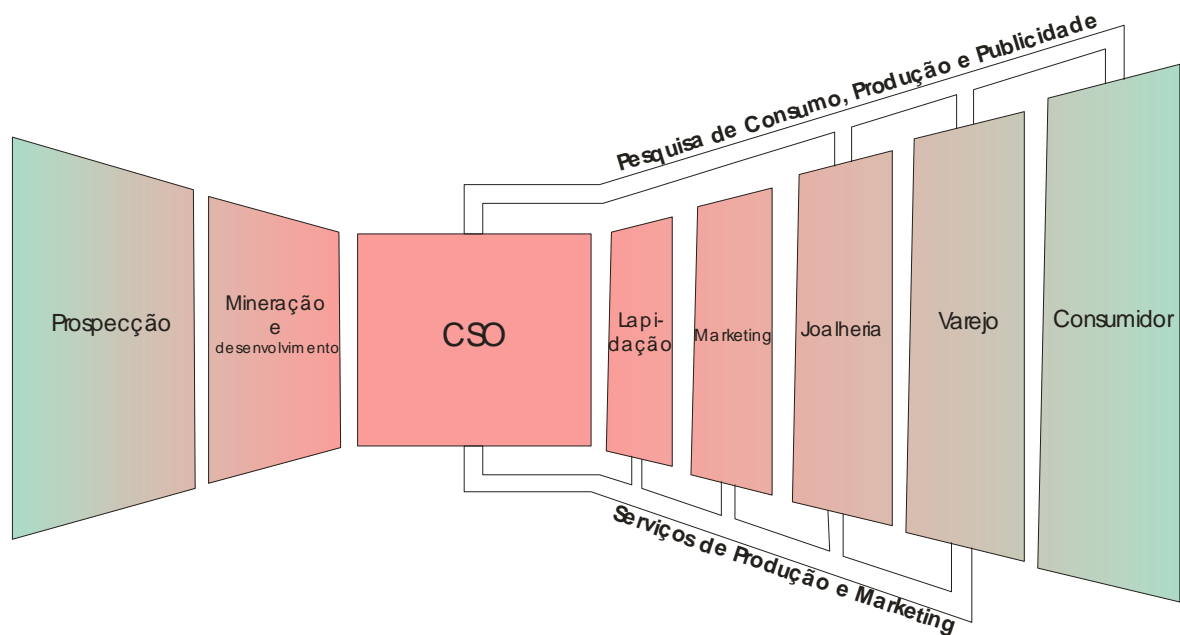


Figura 4: O *pipeline* abrangendo pesquisa-desenvolvimento-comercialização dos diamantes, proposto pela megaempresa sul-africana De Beers. Modificado de Chaves & Chambel (2003).

(1) Descoberta do megadepósito diamantífero de Argyle (Austrália). Essa jazida, encontrada ao final de 1979 em remota região do noroeste da Austrália, possui um lampróito intrusivo no cinturão móvel Halls Creek, um Próton, que circunda a margem leste do Cráton

Kimbeley. A mesma região já havia sido antes pesquisada pela De Beers, sendo porém descartada uma vez que no modelo exploratório da empresa, apenas kimberlitos seriam capazes de gerar mineralizações economicamente viáveis e, além disso, somente quando situados em áreas cratônicas (nunca em faixas móveis). O desenvolvimento da mina logo transformou a Austrália no maior produtor mundial, e no pico da produção em 1994, com 40 milhões de quilates, representou cerca de 40% da produção de diamantes à época;

(2) Guerra de Angola. A partir de 1980, na época produzindo ao ano cerca de 5 milhões de quilates, o país obteve total desvinculação de Portugal. Até então, a empresa estatal portuguesa ENDIAMA comercializava com a De Beers tal produção. Com a independência e rápida adesão do novo governo estabelecido (Movimento Popular de Libertação de Angola – MPLA) ao regime comunista de Moscou, um grupo contrário radicado no interior (União para Independência Total de Angola – UNITA), viu no domínio bélico da principal região diamantífera angolana, a Lunda, um modo de auto-financiar seus propósitos. A produção, ainda que diminuída (para cerca de 1-2 milhões de quilates anuais) devido aos métodos mais arcaicos de extração, começou a ser vendida a preços mais baixos nos mercados negros consumidores;

(3) Colapso do regime comunista da União Soviética. Esse país desde a década de 1960 tornou-se um grande produtor de diamantes, a partir de kimberlitos descobertos na região sub-ártica da Yakutia, Sibéria. Por volta de 1990, com uma produção de cerca de 17 milhões de quilates, era a 4ª maior do mundo. Até a queda total do regime em 1991, o governo soviético possuía acordo firmado com a De Beers, vendendo a essa empresa toda a produção de diamantes gemológicos, porém retendo a produção de diamantes industriais para consumo interno. Nesse processo, uma enorme parcela da produção (gemológica) foi desviada para as mãos da burocracia governamental. Com o fim do regime, esses diamantes foram parar maciçamente nos mesmos mercados não convencionais.

3.2 - CERTIFICADO DO PROCESSO DE KIMBERLEY: IMPLEMENTAÇÃO E OBJETIVOS

Inicialmente, o Conselho de Segurança da Organização das Nações Unidas (ONU) impôs sanções proibindo importações de diamantes em bruto provenientes de Angola e outros países africanos, objetivando impedir as fontes de financiamento de movimentos rebeldes. Entretanto, apesar das tentativas para coibir tal prática, os diamantes de guerra continuaram a encontrar mercado e acabavam por se inserir no comércio legalizado. A necessidade de

ampliação do nível de controle entre diversos países com intenção de reduzir o papel desempenhado por tais diamantes na perpetuação dos conflitos fez com que vários países produtores, importadores, indústria e sociedade civil se reunissem para tomarem providências mais eficazes.

Assim, o Processo de Kimberley - PK foi estabelecido em 2002 por iniciativa dos países produtores de diamantes da África Meridional, a fim de elaborar um sistema geral de certificação para o comércio internacional de diamantes em bruto. A proposta inicial apresentava como objetivos: (a) deter o comércio de diamantes em bruto utilizados por movimentos rebeldes para financiar conflitos armados que visam colocar em risco a paz e a segurança internacionais; (b) proteger a indústria de diamantes, da qual depende o desenvolvimento econômico e social de certos países (e.g. Botswana) e; (c) controlar o comércio de diamantes através da criação e implementação de um esquema de certificação a nível mundial, baseado principalmente em normas internas dos países produtores sobre padrões mínimos de convenções internacionais.

Essa proposta avançou com rapidez, e o Sistema de Certificação do Processo de Kimberley - SCPK foi aprovado em reunião ministerial realizada em Interlaken, na Suíça, a 5 de novembro de 2002. Na sua resolução 56/263 de 13 de março de 2002, a Assembleia Geral da ONU comunicou a criação de tal certificação. A aplicação simultânea do sistema iniciou-se em 1º de janeiro de 2003, e o governo da República Sul-Africana concordou em presidir o PK durante seu primeiro ano. Logo, a indústria de diamantes anunciou a aplicação de um auto-controle de regulamentação voluntária, com o qual seriam oferecidas garantias respaldadas por auditorias independentes (e.g. ONGS como PAC e GW).

Deste modo, reconheceu-se que se tornaria mais fácil o rastreio das transações de diamantes em bruto por parte das autoridades competentes, bem como a aplicação eficaz do SCPK. Além disso, a participação no PK foi encorajada e facilitada. Desde sua implementação vários países e organizações de integração econômica regional participam do PK, a exemplo de Angola, Botswana, Brasil, Canadá, China, Comunidade Européia, Costa do Marfim, Estados Unidos da América, Rússia, Filipinas, Ghana, Guiné, Índia, Israel, Japão, Lesotho, Namíbia, Noruega, República Centro-Africana, Coreia do Sul, Congo, Laos, Tanzânia, Serra Leoa, África do Sul, Suíça, Swazilândia, Ucrânia, etc. Outros países logo demonstraram suas intenções de participar em futuro próximo.

O PK visa assim ser um mecanismo internacional permanente, tendo como objetivo detectar e prevenir o comércio de diamantes em zonas de conflito. Para a real efetivação de tal processo, entende-se que a ONU adote medidas para apoiar a aplicação do

sistema como instrumento que contribuirá para garantir a eficácia das resoluções pertinentes do Conselho de Segurança, no que se refere a impor embargos ao comércio de diamantes provenientes de zonas de conflitos e assim promover a paz e a segurança internacionais. Esse apoio ao citado sistema de certificação também contribuiria no sentido de promover o comércio legítimo de diamantes, o qual possui importante função no desenvolvimento econômico mundial.

3.3 - O PROCESSO DE KIMBERLEY NO BRASIL

No Brasil, o SCPK foi adotado de acordo com a Medida Provisória nº 125, de 2003, a qual foi referendada pelo Congresso Nacional pela Lei nº 10.743 de 09/10/2003: “Art. 1º - Fica instituído no Brasil, nos termos das exigências estabelecidas no Processo de Kimberley, o Sistema de Certificação do Processo de Kimberley, mecanismo internacional de certificação de origem de diamantes brutos destinados à exportação e à importação, na forma do disposto nesta Lei”. Interessante destacar o 2º parágrafo deste artigo: “Na exportação, o Processo de Kimberley visa impedir a remessa de diamantes brutos extraídos de áreas de conflito ou de qualquer área não legalizada perante o DNPM” (Brasil 2003).

Ainda de acordo com a citada lei, o SCPK tem por objetivos (Art. 4º): I – assegurar o acesso da produção brasileira de diamantes brutos ao mercado internacional; II – impedir a entrada, no território nacional, de diamantes brutos originários de países não-participantes do PK, bem como daqueles originários dos países participantes, mas que estejam desacompanhados de documentação compatível com aquele sistema; e III – impedir a saída do território nacional de diamantes brutos desacompanhados do Certificado do Processo de Kimberley- CPK.

São exigências que as exportações de diamantes brutos produzidos somente sejam realizadas se acompanhadas do certificado, emitido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), neste caso, a entidade anuente no Brasil. Também as importações devem ser acompanhadas do certificado, emitido pelas autoridades competentes do país de origem. O Ministério da Fazenda, por intermédio da Secretaria da Receita Federal ficou responsável pelo exame e manuseio dos lotes de diamantes submetidos a despacho aduaneiro, com vistas a verificar sua conformidade com o conteúdo do certificado que os acompanha, expedindo, na hipótese prevista no Art. 6, o correspondente certificado (§2... “o Ministério da Fazenda por intermédio da Secretaria da Receita Federal, emitirá o CPK em substituição ao certificado original, transcrevendo os mesmos dados do certificado substituído”).

Conforme o Art. 12 da mesma lei, o DNPM, a Secretaria da Receita Federal e a Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, em conjunto, serão responsáveis pela implantação e funcionamento do SCPK, devendo desenvolver e implementar sistema de monitoramento e controle estatístico do comércio e produção de diamantes no País, em consonância com o que for definido internacionalmente no âmbito do PK.

Deste modo, na configuração do certificado a nível nacional, o DNPM, sobre uma óptica aparentemente simplificadora, atrelou todo procedimento diretamente à área de direito minerário, ou seja, à lavra/mina onde o diamante é produzido. Logo, o concessionário de pesquisa ou lavra, requer ao DNPM o certificado das pedras supostamente produzidas em seu território. Na mesma visão, problemas futuros seriam “remetidos de volta” a essa área, onde poderiam atuar a fiscalização nacional ou mesmo internacional. Tal rigor, nem sequer exigido pelo PK, infelizmente trouxe junto diversas seqüelas associadas, entre as quais se destacam:

(1) Amplia-se a possibilidade de fraudes quanto aos reais sítios de produção declarados, face o tamanho do território geográfico possuidor de diamantes no país, de fiscalização quase impossível em sua totalidade;

(2) Impossibilita, na prática, a inserção no mercado legal das pedras produzidas nos pequenos e inumeráveis garimpos brasileiros, os quais possuem não só irrefutável importância em termos sociais, como também é responsável pela maior parte da própria produção no País;

(3) Restringe também a transação de diamantes brasileiros “antigos”, em posse da nossa população depois desses cerca de 300 anos ininterruptos de lavras sobre inúmeras áreas produtoras garimpeiras.

Esses fatos, reunidos, colocam certamente a maior parte da produção nacional na ilegalidade, dando margem a megaoperações dos órgãos judiciais competentes, visando a repressão dos supostos fraudadores do esquema legal proposto no SCPK brasileiro.

Com o intuito de direcionar melhor as normas estabelecidas no sistema adotado surgiu em 2005, o Fórum Brasileiro de Processo de Kimberley (FBPK), do qual são membros representantes do Estado, da Polícia Federal, da Receita Federal, de empresas mineradoras, de cooperativas de garimpeiros, entre outros. Os grupos de trabalho do FBPK empenham-se na elaboração de estatutos, normalização de regras e procedimentos.

3.4 - ÍNDICES DA PARTICIPAÇÃO MUNDIAL NO SCPK

Valores oficiais sobre exportações e importações mundiais de diamantes referentes aos países participantes do SCPK em 2007 são apresentados nas tabelas a seguir. Nota-se que o Brasil ocupa uma posição muito inferior em comparação aos países que estão no topo em termos de produção, exportação e em qualidade de pedras. As tabelas de 4 a 11, apresentam os resultados obtidos nos anos de 2007 e 2008. As tabelas 4 e 5 mostram os países maiores produtores de diamantes brutos e as tabelas 6 e 7 especificam o *ranking* de produção, em volume por quilates e em valores (US\$). As tabelas 8 e 9 mostram os países que ocupam as 13 melhores posições como exportadores de diamantes brutos (e/ou lapidados) e nas Tabelas 10 e 11 pode-se observar o valor médio dos diamantes brutos e/ou lapidados exportados mais caros, e a procedência destes. Nota-se que de 2007 para 2008 esse quadro de posições continua praticamente estável, embora na maioria dos casos haja uma pequena queda nos valores.

Tabela 4: Maiores produtores mundiais de diamantes brutos – SCPK 2007, incluindo o Brasil. Fonte: Annual Global Summary 2007.

PAÍS	VOLUME (ct)	VALOR (US\$ 1.00)	US\$/ct
1 – Rússia	38.291.200	2.625.100.500	14.58
2 – Botswana	33.638.000	2.960.144.000	88.00
3 – Rep. do Congo	28.452.496	364.783.294	12.82
4 – Austrália	18.538.645	364.629.604	19.67
5 – Canadá	17.007.850	1.657.014.734	97.43
6 – Rep. Sul-Africana	15.210.833	1.417.331.400	93.18
7 – Angola	9.701.709	1.271.955.353	131.11
8 – Namíbia	2.266.100	715.434.111	315.71
(17 – Brasil)	256.964	25.807.516	100.43

Tabela 5: Maiores produtores mundiais de diamantes brutos – SCPK 2008, incluindo o Brasil. Fonte: Annual Global Summary 2008.

PAÍS	VOLUME (ct)	VALOR (US\$ 1.00)	US\$/ct
1 – Rússia	36.925.150	2.508.957.130	67.95
2 - Rep. Do Congo	33.401.927	431.833.163	12.93
3 – Botswana	32.276.000	3.273.001	101.41
4 – Austrália	14.932.137	326.394.284	21,86
5 – Canadá	14.802.699	2.254.710.603	152,32
6 – Rep. Sul-Africana	12.901.019	1.236.240.109	95.82
7 – Angola	8.906.974	1.209.789.970	135.83
8 – Guiné	3.098.490	53.698.455	17.33
(18 – Brasil)	80.226	6.221.579	77.55

Tabela 6: Maiores produtores mundiais de diamantes brutos e por valorização – SCPK 2007. Fonte: Annual Global Summary 2007.

VOLUME (ct)	VALOR (US\$ 1.00)
1 – Federação Russa	1 – Botsuana
2 – Botsuana	2 – Federação Russa
3 – República Democrática do Congo	3 – Canadá
4 – Austrália	4 – África do Sul
5 – Canadá	5 – Angola
6 – África do Sul	6 – Namíbia
7 – Angola	7 – República Democrática do Congo
8 – Namíbia	8 – Austrália

Tabela 7: Maiores produtores mundiais de diamantes brutos e por valorização – SCPK 2008. Fonte: Annual Global Summary 2008.

VOLUME (ct)	VALOR (US\$ 1.00)
1 – Federação Russa	1 – Botsuana
2 – República Democrática do Congo	2 – Federação Russa
3 – Botswana	3 – Canadá
4 – Austrália	4 – África do Sul
5 – Canadá	5 – Angola
6 – África do Sul	6 – Namíbia
7 – Angola	7 – República Democrática do Congo
8 – Guiné	8 – Austrália

Tabela 8: Maiores exportadores mundiais de diamantes brutos e/ou lapidados – SCPK 2007.
Fonte: Annual Global Summary 2007.

PAÍS	VOLUME (ct)	VALOR (US\$ 1.00)	US\$/ct
1 – Com. Européia	184.435.163	5.362.553.355	83,30
2 – Emirados Árabes	40.200.303	2.825.253.936	70,28
3 – Botsuana	34.962.966	3.170.056.591	90,67
4 – Índia	30.555.341	601.053.028	19,67
5 – Rússia	28.874.736	222.499.883	70,04
6 – Rep. do Congo	28.331.376	609.833.233	21,53
7 – Israel	23.580.429	435.209.707	175,37
8 – Austrália	19.862.138	463.998.613	23,36
9 – Canadá	17.444.703	93.808.096	97,10
10 – China	15.886.844	896.979.020	56,46
11 – África do Sul	13.889.688	1.867.334.581	134,44
12 - Suíça	9.918.263	1.623.687.356	163,71
13 – Angola	8.520.486	129.774.807	132,60
(27 – Brasil)	168.071	18.017.143	30,52

Tabela 9: Maiores exportadores mundiais de diamantes brutos e/ou lapidados – SCPK 2008.
Fonte: Annual Global Summary 2008.

PAÍS	VOLUME (ct)	VALOR (US\$ 1.00)	US\$/ct
1 – Com. Européia	152.133.429	14.704.833.773	96,66
2 – Índia	37.596.697	829.588.202	22,07
3 – Emirados Árabes	35.578.996	3.085.225.776	86,71
4 – Botswana	26.950.309	2.966.144.893	110,06
5 – Rússia	24.472.417	1.607.134.138	65,67
6 – China	23.146.488	1.821.156.879	78,68
7 – Rep. do Congo	21.284.136	551.879.602	25,93
8 – Israel	17.927.981	4.197.589.593	234,14
9 – Canadá	16.471.801	2.416.652.304	146,71
10 – Austrália	15.444.180	371.571.598	24,06
11 – África do Sul	10.023.302	1.416.402.994	141,31
12 – Suíça	8.006.659	1.662.502.815	207,64
13 – Angola	7.389.133	995.408.419	134,71
(28 – Brasil)	106.835,29	9.362.524.66	87,64

Tabela 10: Valor médio dos diamantes brutos e/ou lapidados exportados de maior preço – SCPK 2007. Fonte: Annual Global Summary:2007.

PAÍS	VALOR – US\$/ct
1 – Lesoto	729,42
2 – Namíbia	330,05
3 – Singapura	302,15
4 – Indonésia	263,38
5 – Japão	246,80
6 – Noruega	237,84
7 – Serra Leoa	234,53
8 – Ilhas Maurícius	227,40
9 – Armênia	208,76
10 – Sri Lanka	188,77
(21 – Brasil)	107,20

Tabela 11: Valor médio dos diamantes brutos e/ou lapidados exportados de maior preço – SCPK 2008. Fonte: Annual Global Summary:2008.

PAÍS	VALOR – US\$/ct
1 – Lesoto	999,47
2 – Turquia	741,13
3 – Nova Zelândia	569,34
4 – Sri Lanka	445,95
5 – Namíbia	400,09
6 – Serra Leoa	266,05
7 – Indonésia	258,77
8 – Japão	247,35
9 – Ilhas Maurício	258,21
10 – Israel	234,14
(21 – Brasil)	87,64

As tabelas 12 e 13 apresentam os resultados brasileiros alcançados até o mês de julho de 2008, onde consta uma coluna, com os respectivos Sistemas Harmonizados de Codificação e Designação de Mercadorias – SH. Os códigos harmônicos adotados pelo SCPK são:

7102.10 – Este código compreende os lotes de diamantes ou os diamantes unitários que não tenham sido submetidos ao exame por peritos em diamantes, segundo critérios técnicos. Incluem-se igualmente aqui os lotes de diamantes em bruto que tenham sido simplesmente clivados e embalados em função de suas dimensões, que não tenham sido submetidos a outros exames por peritos.

7102.21 – São aqueles que em função de suas características (cor, pureza ou qualidade, transparência, etc.) destinam-se a usos industriais precisos e específicos (ferramentas para acabamento, feiras de estiragem ou bigornas de diamantes, brocas de perfurações, etc.), mas que também podem ser utilizados em joalheria ou ourivesaria.

7102.31 – São diamantes no estado natural, selecionados em lotes, bem como os diamantes polidos, nos quais várias faces ou facetas planas foram polidas e que não necessitam de um trabalho posterior antes de serem utilizados em joalheria ou ourivesaria. Devem ser submetidos ao exame por peritos em diamantes.

Na Tabela 12 apresenta-se as exportações brasileiras, indicando os países de destino, peso por quilates e valores em US\$. A Tabela 13 mostra dados das exportações brasileiras, a origem, peso por quilate e valores em US\$.

Maiores detalhes sobre a produção, importação e exportação, bem como valores em quilates, referente aos países participantes do SCPK em 2007 e 2008, podem ser encontrados no Annual Global Summary:2007 Production, Imports, Export and KPC Counts e Annual Global Summary:2008 Production, Imports, Export and KPC Counts (Anexo 1).

Tabela 12: Exportações brasileiras de diamantes em 2008. Fonte: MME.

Exportado para	Data	Peso (ct)	Valor (US\$)	Código HS
Israel	1Q 2008	910	345 051	7102.10
Com. Européia	1Q 2008	1 381	143 000	7102.10
Com. Européia	1Q 2008	5 748	92 002	7102.10
Com. Européia	1Q 2008	9 251	206 346	7102.10
Com. Européia	1Q 2008	332	63 152	7102.10
Com. Européia	1Q 2008	9 560	87 761	7102.10
Com. Européia	1Q 2008	6 559	60 212	7102.10
Com. Européia	1Q 2008	4 816	703 897	7102.10
EUA	1Q 2008	2 305	50 000	7102.10
EUA	1Q 2008	697	74 000	7102.10
Com. Européia	1Q 2008	6 271	1 108 801	7102.10
Emirados Árabes	1Q 2008	300	100 000	7102.10
Israel	1Q 2008	1 401	552 071	7102.10
Emirados Árabes	1Q 2008	1 183	25 546	7102.10
Com. Européia	2Q 2008	2 992	110 218	7102.10
Com. Européia	2Q 2008	6 675	116 000	7102.10
Com. Européia	2Q 2008	4 729	808 698	7102.10
EUA	2Q 2008	124	205 000	7102.10
Israel	2Q 2008	1 317	494 836	7102.10
Com. Européia	2Q 2008	5 068	182 491	7102.10
Austrália	2Q 2008	24	5 000	7102.10
Israel	2Q 2008	1 116	738 080	7102.10
Com. Européia	2Q 2008	3 464	349 000	7102.10

Tabela 13: Importações brasileiras de diamantes em 2008.
Fonte: MME.

Importado de	Data	Peso (ct)	Valor (US\$)	Código HS
EUA	1Q 2008	315	3 400	7102.21
EUA	1Q 2008	1 102	25 557	7102.21
EUA	1Q 2008	1 290	25 917	7102.21
EUA	2Q 2008	880	25 723	7102.21
EUA	2Q 2008	180	2 530	7102.21
EUA	2Q 2008	1 177	33 226	7102.21
Com. Européia	2Q 2008	111	88 624	7102.31
Com. Européia	2Q 2008	142	70 780	7102.31
Com. Européia	2Q 2008	1	1	7102.31

A Figura 5 mostra o percentual de CPKs emitidos pelo Brasil por países entre os anos de 2006 a 2009. Observa-se que a maioria dos certificados emitidos foram para a Bélgica, mais de 40%, logo em seguida destaca-se Israel, para onde foram destinados mais de 20% dos CPKs brasileiros.

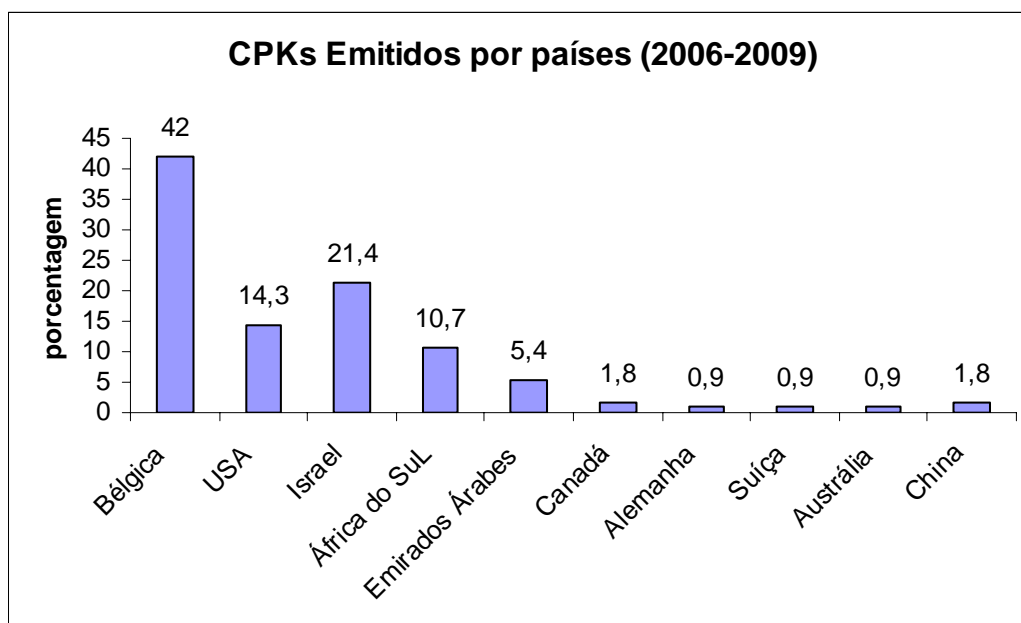


Figura 5: Percentuais de CPKs emitidos pelo Brasil por países, entre os anos de 2006 a 2009. Adaptado de Nahass *et al.* (2009).

Conforme observado nas tabelas anteriormente apresentadas, a produção brasileira de diamantes brutos não vem a ser significativa. Ressalta-se que menos significativas ainda, são as importações brasileiras de diamantes. A Figura 6 mostra os valores das exportações e importações de diamantes em ct realizadas pelo Brasil nos anos de 2003 (quando o Brasil aderiu ao SCPK) a 2008. Nota-se que os maiores volumes nas exportações ocorrem entre os anos de 2003 a 2005 e a partir daí diminuem. No ano de 2006, houve uma queda brusca, provavelmente relacionada com as fraudes descobertas na emissão de CPKs pelo Brasil, o que fez com que o país ficasse temporariamente afastado do SPCK, impedindo suas exportações.

No ano de 2007, os problemas começam a ser contornados e os valores nos volumes de exportações começam a reagir. Entretanto, em 2008, houve novamente queda nesses volumes, o que estaria relacionado principalmente à crise que provocou forte impacto em todo o setor mineral brasileiro. Segundo Nahass *et al.* (2009) a crise mundial ocasionou uma queda substancial, em torno de 60%, nos preços dos diamantes brutos, o que tornou difícil garantir os preços desejados pelos garimpeiros, mineradores e pelos compradores.

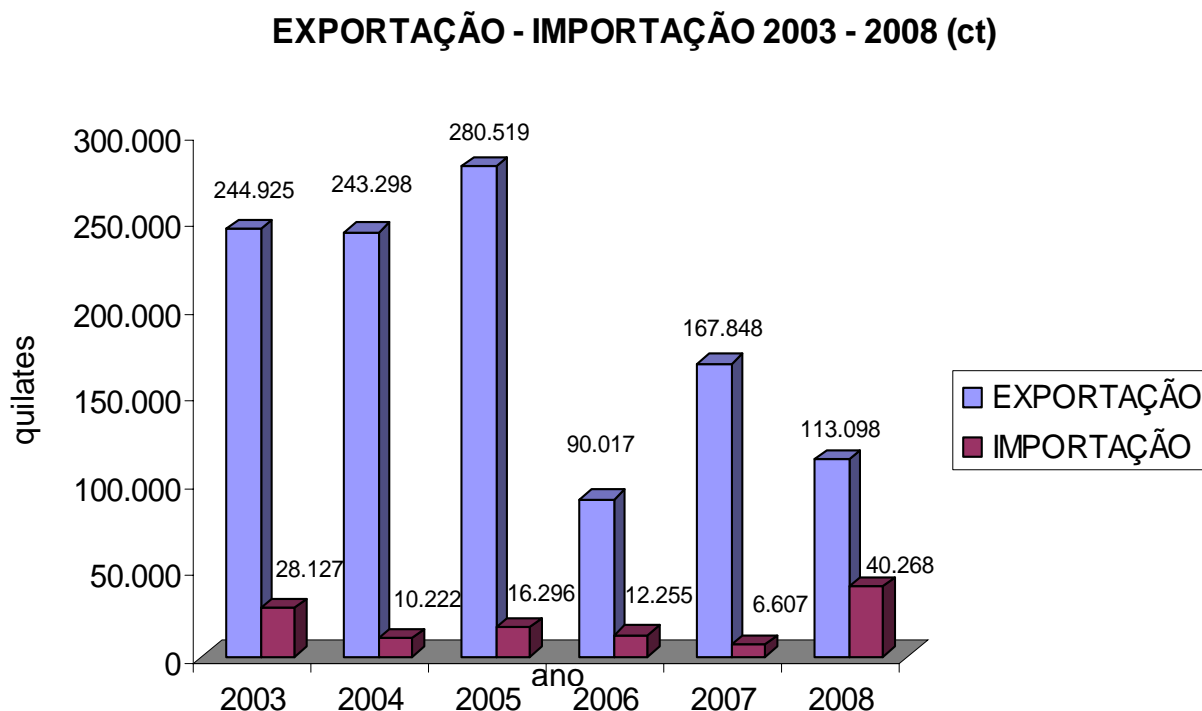


Figura 6: Exportações e importações de diamantes em quilates realizadas pelo Brasil, desde a adesão ao SCPK, entre os anos de 2003 a 2008. Adaptado de Nahass *et al.* (2009).

3.5 – INSTITUCIONALIZAÇÃO DO SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE KIMBERLEY NO BRASIL

Ressalta-se que a partir do modelo original, no qual foi embasada a implantação do CPK no Brasil, muitas alterações vem sendo discutidas para uma melhor adequação deste à realidade do país, bem como para assegurar o controle de seu funcionamento por parte dos órgãos anuentes e evitar fraudes. Entretanto, segundo Porto Filho (2007), o Brasil ao integrar a lista dos países participantes desse procedimento, adotou medidas inadequadas ao comércio diamantífero no país, ao transpor as normas da legislação canadense sem atentar para as especificidades de nossa produção. Afirma ainda que a diferença entre a mineração canadense, onde a produção é concentrada em lavras de kimberlitos, demandando investimentos de alta escala viáveis somente às grandes empresas, e a brasileira, onde o diamante ocorre principalmente em depósitos aluvionares, é uma identificável impossibilidade de adequação legislativa. Assim, Porto Filho (2007) ressalta que o SCPK é uma medida positiva e necessária, mas que poderia ser adequada ao contexto brasileiro.

A discussão sobre o SCPK tomou força e repercussão a partir do momento em que foi constatada uma falsificação no certificado de número 64 por produtores e exportadores de diamantes em maio de 2005, em Belo Horizonte (MG). A fraude foi descoberta pela ONG Parceria África Canadá-PAC. Além dessa, o comércio ilegal ou o contrabando de diamantes da Reserva Roosevelt controlada pelos índios da tribo Cintas-Largas, também chamou a atenção.

Porto Filho (2007) comenta que, se anteriormente uma das áreas mais controladas e geradora de suspeitas e práticas ilícitas no mercado de diamantes e, também financiadora de conflitos, era a África Ocidental, outras áreas passaram a ser foco da atenção internacional, dentre elas o Brasil. Durante as investigações da denúncia da citada ONG, as exportações brasileiras de diamantes foram suspensas. Após a suspensão da emissão de certificados decorrentes das ações da Operação Carbono pela Polícia Federal, o DNPM publicou a portaria nº 295 de 1º de setembro de 2006, que engessou mais o procedimento administrativo para emissão do certificado, vinculando-o a uma vistoria a cada seis meses, o pré-lacre e o pré-requerimento eletrônico.

Ainda, em decorrência desses fatos, a Portaria Nº 192, de 25 de maio de 2007 (Brasil 2007), resolve conforme o Art. 1º instituir o Cadastro Nacional do Comércio de Diamantes Brutos (CNCD), o Relatório de Transações sobre a Produção e Comercialização de Diamantes Brutos (RTC) e regula a emissão do CPK para exportação e anuência para importação de diamantes brutos, no âmbito do DNPM. Deste modo, de acordo com a Art. 6º todo produtor ou comerciante de diamantes brutos no território nacional deverá obrigatoriamente inscrever-se no CNCD. No preenchimento deste formulário, deverá ser informado em campo próprio, as vendas efetuadas pelo requerente a partir de 1º de outubro de 2005 no mercado interno. Conforme o Art. 10 o RTC fica instituído como instrumento de monitoramento da produção e comercialização de diamantes, sendo a apresentação da declaração ao DNPM obrigatória para todo produtor ou comerciante de diamantes brutos no território nacional.

Contudo, Porto Filho (2007), critica tais procedimentos, alegando que o sistema induz ao erro. Mesmo aquele irregular poderá cadastrar-se perante o CNCD e um produtor que extraia diamante de maneira ilícita poderá lançá-lo no RTC. Assim, quando é concretizada uma transação e o vendedor o declara perante o RTC, há o aceite do sistema, levando o comprador de boa fé ao erro, concluindo que aquele irregular está finalmente em dia com o CNCD, já que o RTC não acusa seu impedimento.

Alterações recentes também envolveram a atividade garimpeira. A Lei nº 11.685, de 02 de junho de 2008, institui o Estatuto do Garimpeiro destinado a disciplinar os direitos e deveres assegurados aos garimpeiros (Brasil 2008).

No Art. 3º consta que o exercício da atividade de garimpagem só poderá ocorrer após a outorga do competente título minerário expedido nos termos do decreto Lei nº 227 de 28 de fevereiro de 1967 e da Lei nº 7.805 de 18 de junho de 1989, sendo o referido título indispensável para a lavra e a primeira comercialização dos minerais garimpáveis extraídos. Quanto às modalidades de trabalho são permitidas: autônomo; regime de economia familiar; individual com formação de relação de emprego; mediante contrato de parceira, por instrumento particular registrado em cartório e em cooperativa ou outra forma de associativismo.

No Art. 9º fica assegurado ao garimpeiro o direito de comercialização da sua produção diretamente com o consumidor final, desde que se comprove a titularidade da área de origem do minério extraído. Entre os deveres, consta no Art.12, recuperar as áreas degradadas nas atividades mineradoras.

A partir da instituição deste estatuto, passa-se a permitir ao garimpeiro o direito de requerer a CPK e comercializar seus diamantes de forma legalizada. Entretanto, Porto Filho (2007) alerta para as condições econômicas/culturais em que se encontra um trabalhador garimpeiro braçal, que não o credencia a esperar muito tempo pelos trâmites legais. Deve-se considerar ainda a falta de conhecimentos técnicos e econômicos que satisfaçam os pressupostos critérios exigidos pelo DNPM para a emissão do título minerário.

4 – GEOLOGIA E MINERALOGIA DO DIAMANTE

4.1 - DEPÓSITOS DIAMANTÍFEROS PRIMÁRIOS

Os principais depósitos primários de diamantes conhecidos têm natureza kimberlítica ou lamproítica. Ambos os tipos de rocha são raros e correspondem a erupções de material originado no manto terrestre. Kimberlitos e lamproítos seriam formados pela cristalização de magmas híbridos (ou secundários), em parte diferenciados a partir de magmas primários, peridotítico ou eclogítico (e.g. Mitchel 1986, Mitchel & Bergman 1991).

Os kimberlitos são rochas híbridas ricas em voláteis, os megacristais “primários” reagem com a matriz de relativa baixa temperatura e, durante e após a intrusão, com água subterrânea e contribuições variáveis de material das rochas encaixantes, podem apresentar variadas composições modais. Kirkley *et al.* (1991) definiram kimberlito como rochas híbridas, ultrabásicas, potássicas (0,6-2% K₂O) e ricas em voláteis (CO₂ e H₂O), compostas por fragmentos de eclogitos e/ou peridotitos, em uma matriz formada essencialmente de olivina (predominante), flogopita, calcita, serpentina, diopsídio, granada, ilmenita e enstatita. Os kimberlitos aparecem normalmente na forma de chaminés intrusivas na crosta (os *pipes*), e podem apresentar variáveis xenólitos, de acordo com as rochas por onde passou a intrusão.

No final da década de 1970, na Austrália, quando foram encontrados pela primeira vez diamantes associados a um lamproíto, tal rocha foi inicialmente definida como um “kimberlito ultrapotássico”. A dificuldade em estabelecer sua identidade era muito grande. Os lamproítos são rochas ígneas ultrapotássicas, ricas em magnésio e, logo, em minerais magnesianos. Os elementos-traço significativos incluem zircônio, nióbio, estrôncio, bário e rubídio (Mitchel & Bergman 1991).

Considera-se o lamproíto um tipo específico de rocha, que integra um “clã” de rochas de composição química semelhante e, da mesma forma que os kimberlitos, são rochas híbridas que têm como produtos de cristalização primária principalmente olivinas, que ocorrem tanto na matriz como em fenocristais (Mitchel & Bergman 1991). Em termos químicos, constituem rochas ultrapotássicas (6-8% K₂O) ricas em magnésio, porém, ao contrário dos kimberlitos, são pobres (<1%) em CO₂, ainda que enriquecidas em flúor. Em função de seus conteúdos mineralógicos predominantes, os lamproítos têm sido designados como olivina lamproítos e leucita lamproítos. Além dos minerais predominantes também em

kimberlitos, os lamproítos em geral se caracterizam por uma assembléia mineralógica caracterísitica, formada por sanidina, leucita, priderita e wadeíta.

As teorias recentes de formação dos depósitos primários afirmam que os diamantes se formaram entre 150 e 200 km, em temperaturas na faixa dos 1.100-1.500°C, no manto superior, em períodos iniciados desde 3.300 Ma. Tal formação deu-se em zonas mais frias (e sólidas) do manto, do que nas quentes e fluídas. Permanecendo aquelas rochas frias e essencialmente inalteradas por longos períodos de tempo, poderiam ter sido penetradas por magmas de origem profunda que transportariam os diamantes como “xenocristais” (no interior dos xenólitos – a maioria dos quais dissolvidos no processo de erupção) até a superfície terrestre (Mitchel 1986).

O mecanismo de transporte dos diamantes até a superfície terrestre é a erupção dos kimberlitos ou lamproítos. Esses dois tipos de rocha trouxeram xenólitos e xenocristais de onde passaram, incluindo os diamantes, para a superfície. Entretanto, nem todos os kimberlitos e lamproítos contêm diamantes, por não terem alcançado zonas férteis no manto (os diamantes estão geneticamente associados a peridotitos e eclogitos). O peridotito é a rocha mais abundante do manto. Tal denominação deriva de “peridoto”, uma variedade verde da olivina. Em função de suas constituições químicas, duas variedades dessa rocha destacam-se como fontes genéticas do diamante: o lherzolito e o harzbugito.

O eclogito é um tipo bastante invulgar de rocha, constituído predominantemente por granada e clinopiroxênio (onfacita), e mais rico em SiO_2 , Al_2O_3 e CaO do que os peridotitos. Eclogitos são indicadores de ambientes de alta pressão e alta temperatura, consistentes com aqueles em que o diamante se forma. Tais rochas ocorrem em regiões metamórficas crustais profundas, abaixo dos continentes, formando-se através da transformação (metamórfica) no estado sólido de rochas previamente existentes, provavelmente, basaltos. Possivelmente, os eclogitos do tipo mantélico formam-se segundo o mesmo mecanismo, através da subducção das rochas crustais.

Os kimberlitos ocorrem com a forma semelhante a uma cenoura. A zona da cratera ocupa 300 m do topo de um kimberlito que, no seu estágio de formação, é um vulcão. As chaminés lamproíticas têm uma morfologia semelhante, embora sua parte superior seja mais larga que a dos kimberlitos, podendo ser comparadas a uma taça de champanhe (Figura 7). As outras zonas do kimberlito incluem o diatrema, abaixo da cratera, e ainda a zona de raiz, mais profunda onde as rochas se comportam como diques estreitos (Mitchel 1986).

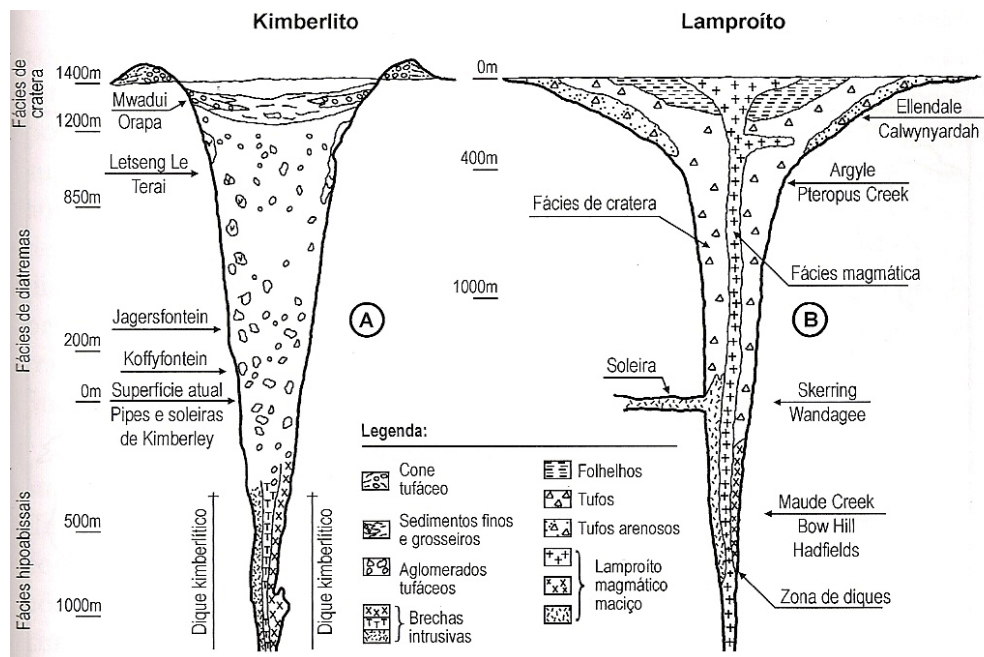


Figura 7: Esquema idealizado da morfologia de um *pipe* kimberlítico, incluindo as três zonas ou fácies características e os níveis atuais de erosão a que estão submetidos alguns dos mais conhecidos kimberlitos sul-africanos (extraída de Chaves & Chambel 2003).

As chaminés kimberlíticas e lamproíticas possuem natureza piroclástica; o material expelido é constituído por fragmentos sólidos de rocha. Algumas estimativas apontam para velocidades de ascensão do material das chaminés kimberlíticas da ordem de 10-30 km/h. À medida que o kimberlito se aproxima da superfície, a velocidade aumenta para várias centenas de quilômetros por hora. Se a intrusão dos kimberlitos fosse lenta, o diamante se transformaria em grafita (ou CO_2), que é a forma de carbono mais estável sob condições crustais.

4. 2 - DEPÓSITOS DIAMANTÍFEROS SECUNDÁRIOS

Kimberlitos ou lamproitos, as únicas fontes diamantíferas primárias economicamente importantes conhecidas, possuem composições mineralógicas pouco estáveis sob condições superficiais. Assim, ocorre alteração intempérica da maioria dos seus minerais, que são transportados pela água nos sistemas de drenagem. O diamante é um mineral de alta estabilidade e resistência aos processos químicos e físicos atuantes, e portanto pode ser transportado sobre longas distâncias desde sua rocha matriz, até que processos de sedimentação permitam novamente retê-los em armadilhas apropriadas (Chaves & Chambel 2003).

Os fenômenos geológicos que condicionam a colocação do diamante na crosta podem influenciar também as características específicas dos vários depósitos secundários. Apesar de tais fenômenos serem relativamente simples, não significa que diamantes encontrados em determinado depósito secundário tenham apenas uma única fonte primária. Logo, os próprios depósitos secundários podem ser remobilizados e, assim, originarem novos depósitos secundários (Sutherland 1982).

A tendência ao agrupamento de diversas chaminés kimberlíticas ou lamproíticas, propicia com que uma bacia hidrográfica qualquer possa interceptar várias estruturas mineralizadas. A formação dos depósitos detríticos está relacionada aos fenômenos de concentração mecânica natural dos resíduos provenientes dessas fontes. As chaminés, quando atingidas pelos processos de intemperismo químico, liberam os minerais resistentes, que ao serem transportados pelos cursos d'água são classificados naturalmente com base nas diferenças de densidade, dureza e granulometria original dos grãos. No transporte, impactos físicos determinam que os minerais de clivagem perfeita ou de tenacidade mais baixa tendam a se pulverizar em partículas muito finas.

De tal modo, somente os minerais mais tenazes estarão aptos ao maior transporte, deposição e concentração em áreas favoráveis. Os cascalhos diamantíferos no Brasil são compostos, normalmente, por grãos de quartzo, e em menores quantidades, por óxidos de ferro, cianita, rutilo, fosfatos, estauroлита, rutilo, piropo, crisoberilo, zircão e diopsídio, embora não necessariamente tais minerais apresentem relações genéticas diretas com o diamante (Barbosa 1991).

4.3 - ASPECTOS GERAIS SOBRE A MINERALOGIA DO DIAMANTE

Os primeiros estudos específicos sobre a mineralogia do diamante, realizados no século XIX e inícios do século XX, visavam principalmente caracterizar os aspectos cristalográficos de indivíduos isolados. A partir da década de 1930, métodos investigatórios com aparelhagens mais sofisticadas, como a espectroscopia de raios infravermelhos e a microscopia eletrônica de varredura permitiram a obtenção de aspectos químicos do diamante, bem como de aspectos morfológicos das estruturas de dissolução presentes em determinadas faces do mineral. Na década de 1980, a microssonda eletrônica veio permitir análises químicas de precisão, além de datações nas inclusões presentes no diamante, o que também constituiu um modo de se conhecer aspectos quanto ao quimismo do manto superior. Além disso, os estudos estatísticos de Harris *et al.* (1975, 1979) envolvendo populações de

diamantes kimberlíticos e aluvionares da região sul-africana, vieram reforçar a idéia de que os mesmos poderiam constituir base para a análise e identificação da origem de populações de diamantes.

No Brasil, o exame de populações de diamantes em diversas localidades tais como Alto Rio Araguaia (MT/GO), Mina de Romaria (W-MG), Rio Tibagi (PR), etc., foi também tentada com sucesso. Chaves (1997), realizou estudo sistemático das características mineralógicas do diamante em quatro áreas distintas no contexto da Serra do Espinhaço em Minas Gerais (Datas, Rio Jequitinhonha, Grão Mogol e Jequitai), estudo que serviu de base para uma proposta genética na qual os diamantes presentes nos conglomerados da Formação Sopa-Brumadinho teriam uma origem distante, no Cráton do São Francisco (a oeste de tal serra, corroborando a hipótese de Pflug 1965). Essa afirmação veio a reforçar a idéia de que esses conglomerados constituiriam a “fonte única” dos diamantes que alimentaram os depósitos sedimentares mais recentes.

Desta maneira, pode-se conceber que o estudo da mineralogia do diamante é importante também no sentido de se entender os processos que envolveram seu transporte, e assim o distanciamento relativo das fontes primárias originais. De outra forma, o valor comercial de um diamante na forma bruta é consequência das diversas características mineralógicas por ele apresentado. Logo, aspectos básicos como peso, forma, cor, inclusões e possíveis capas, devem ser associados para a definição de seu valor, pois essas feições irão influenciar diretamente o quanto de tal pedra será aproveitado depois dos processos de corte e lapidação. Estudos sobre as características dos diamantes são importantes também no sentido de se entender processos que envolveram seu transporte antes de terem sido depositados, bem como a proximidade com sua fonte original primária.

Na Figura 2, é mostrado um esquema classificatório geral para os diamantes brutos, conforme adaptações nas propostas de Chaves (1997), Chaves & Svisero (2000), Benitez (2004) e Chaves & Benitez (2006), o qual foi utilizado neste estudo de diamantes envolvendo as províncias diamantíferas mineiras.

No que se refere aos critérios de ordem primária dos diamantes, destacam-se: a forma, o peso, a cor, a pureza e o estágio de dissolução. Tais critérios são explicitados a seguir.

A 1 - Forma do diamante:

O diamante monocristalino se cristaliza no sistema cúbico, na classe holoédrica ou hexaoctaédrica, cujo grau de simetria é $m\bar{3}m$. As formas simples encontradas na classe são:

hexaoctaedro (hkl), trioctaedro (hhl), icositetraedro (hll), octaedro (111), tetrahexaedro ou cubo piramidado (hk0), rombododecaedro (110) e hexaedro ou cubo (100). Em termos gerais a maioria dos cristais é octaédrico ou dodecaédrico, algumas vezes cubos e raramente podem ter formas tetraédricas. Formas exóticas são originárias de processos complexos de dissolução e/ou geminação que agem sobre os diamantes durante a sua cristalização no manto, conforme sugerem Svisero & Haralyi (1985).

Hábitos cristalinos como rombododecaedro, não representam formas primárias de crescimento, sendo produzidos por processos naturais de dissolução a partir de outras formas. O octaedro vem a ser a principal forma de crescimento do diamante e a partir da dissolução desta forma podem resultar diversas outras cujas principais características são os graus variáveis de curvatura das faces e das arestas (Moore & Lang 1974). Existe uma progressão contínua do octaedro de faces planas e arestas retilíneas até o rombododecaedro de faces abauladas e arestas curvas. Assim, o rombododecaedro é em geral a forma mais abundante presente nos diamantes naturais justamente pelo fato desta ser remanescente das faces de dissolução que modificaram as formas octaédricas primárias.

São comuns cristais de faces encurvadas, denominadas por Orlov (1973) de dodecaedróides, octaedróides e cubóides, conforme a semelhança com o hábito original. As geminações mais comuns são observadas principalmente segundo o plano (111), estes são tabulares e exibem contorno triangular, originando diamantes conhecidos no Brasil como “chapéu-de-frade”. Geminados de Mohs são mais raros, tratando-se de cristais com vértices salientes e faces reentrantes, que resultam de crescimentos complexos, talvez produto da interpenetração de quatro octaedros distintos.

Muitos diamantes não apresentam hábito definido; são cristais achatados ou irregularmente desenvolvidos. Nesses casos, as faces planas são pouco proeminentes e, por vezes, os planos são tão recurvados, o que torna impossível notar as arestas formadas por estes. De acordo com Svisero (1971), as formas irregulares ocorrem em consequência de desproporções ocorridas durante o desenvolvimento do cristal (diferentes velocidades de crescimento segundo seus três eixos), bem como pela dissolução posterior mais acentuada em determinados setores do cristal.

Os diamantes dos tipos agregados cristalinos podem ser encontrados com dois e até dezenas de indivíduos. Os tipos policristalinos podem ser classificados em três variedades, designadas de *bort*, *ballas* e carbonado. Os *borts* são agregados cristalinos complexos, que possuem aspecto irregular, de cor cinza-escuro ou preto, onde os cristalitos não podem ser individualizáveis. Os *ballas* podem ser definidos como agregados policristalinos de

desenvolvimento orientado globular, com os cristalitos em direções (110) radiais que resultam em uma forma esférica. Os carbonados são agregados pretos e porosos, de aspecto irregular, apresentando cristalitos muito reduzidos, da ordem de 0,001 mm.

A 2 - Distribuição de Peso e Granulometria:

Para determinação da distribuição de peso e granulometria do diamante nas diversas áreas pesquisadas, considerou-se não só os lotes estudados em detalhe, como também outros lotes observados, só para este fim, de posse com comerciantes de diamantes das localidades envolvidas. As pedras devem ser pesadas em balanças gemológicas portáteis, com peso em quilates e divisão por pontos (1 ct = 100 pontos = 0,2 g). Em algumas circunstâncias, pode-se ainda fazer estimativas de peso, que agilizam as descrições de lotes com muitos indivíduos, e que tornaria inviável a pesagem das pedras uma a uma. As classes adotadas são: de 0,01 a 0,25 ct; de 0,26 a 0,60 ct; de 0,61 a 1,20 ct; de 1,21 a 2,00 ct e maiores do que 2,01 ct. Estas foram propostas como consequência dos exames preliminares, visando tanto atender regiões onde as médias de peso são muito baixas (como na Serra do Espinhaço) como onde as médias são muito altas (como no Alto Paranaíba).

A 3 - Cor:

A cor do mineral resulta de uma série de condicionantes físicas e químicas que dependem da absorção seletiva da luz por ele transmitida ou refletida. No diamante, esta característica é ainda mais evidente: o mineral é incolor em seu estado ideal, porém, além das várias tonalidades de amarelado (extremamente comuns), são reportadas espécies de todas as colorações, tais como: branco-leitoso, amarelo-canário, laranja, rosa, violeta, verde, azul, marrom e preto. As sutilezas de tons provenientes dos diamantes incolores é um aspecto fundamental para sua comercialização.

Os diamantes coloridos (*fancy diamonds*), como rosa, vermelho, azul ou verde, são raríssimos e podem alcançar preços até centenas de vezes superiores em relação aos cristais puros e incolores dentro de uma mesma faixa de peso. As chamadas cores industriais são aquelas cuja tendência não favorecem o brilho das pedras quando lapidadas, e possuem pouco valor no mercado, em geral aquelas de tonalidades mais escuras. Atualmente ocorre todo um *marketing* como tentativa de se incluir entre as cores gemológicas, pedras de coloração amarelo-champagne e marrom-conhaque; tal fato se deve à grande ocorrência de diamantes com tais características na mina de Argyle, na Austrália.

Para a classificação de cor dos diamantes, na Figura 1, foram utilizados os parâmetros: incolor, incolor-amarelado, amarelado, *fancy* e cor industrial.

A 4 - Grau de Pureza:

As inclusões minerais presentes nos diamantes é um dos principais meios para o conhecimento da própria gênese deste, e permite ainda uma pressuposição das fases minerais sob as condições termodinâmicas presentes no manto superior do planeta. Em termos práticos, a identificação das inclusões possibilita também a separação de diamantes naturais de diamantes sintéticos, além de outros materiais utilizados como imitação desta gema, como a zircônia cúbica.

Em termos de grau de pureza, de modo a simplificar tal classificação, são representados na ficha (Figura 2).

Pureza 1- cristal totalmente livre de inclusões, ou com inclusão muito pequena, difícil de se observar com a lupa de 10 aumentos.

Pureza 2 - pedra com inclusões pequenas, mas que possam ser encontradas com a lupa.

Pureza 3 - possui inclusões e/ou jaças evidentes com a lupa, porém difíceis de serem vistas a olho nu, e são conhecidas também como *Piqué I*. Diamantes com inclusões grandes e/ou frequentes, facilmente visíveis a olho nu, sendo chamadas de *Piqué II*.

Pureza 4 – inclusões grandes e/ou frequentes, muito fáceis de serem vistas a olho nu, e que reduzem o brilho da pedra. São denominadas de *Piqué III*.

Pureza 5 – cristais de qualidade não gemológica (tipo industriais). Nessa categoria se enquadram cubos, *borts*, *ballas* e cristais com muitos defeitos, tais como inclusões grandes, jaças, etc.

A 5 - Estágio de Dissolução:

Segundo Patel & Agarwal (1965), a velocidade de dissolução na superfície do diamante não é homogênea, ocorrendo seletivamente na seguinte ordem dos planos cristalográficos: (110)>(100)>(111), o que significa uma diferença relativa na velocidade de dissolução entre esses planos que facilita a corrosão segundo (110), correspondente às faces do rombododecaedro. Esse fato explica porque os cristais, inicialmente octaédricos, tornam-se progressivamente trioctaédricos, hexaoctaédricos e por fim rombododecaédricos.

Embora esse parâmetro exija um estudo detalhado mais complexo, para uma rápida descrição de campo, a ficha utilizada propõe cinco estágios:

Imperceptível – quando as faces do cristal apresentam-se perfeitas, sem indício algum de dissolução.

Médio/visível – após uma observação bastante detalhada com a lupa, percebe-se um pequeno grau de dissolução, às vezes, em apenas uma das faces.

Dissolvido – pode-se observar indícios de dissolução no cristal a olho nu.

Corrosão – esse estágio de dissolução é tão elevado, que provoca pequenos orifícios na superfície do cristal.

Frosting – termo que designa uma superfície fosca que oculta o brilho dos diamantes. Tal superfície é atribuída ao ataque químico de voláteis durante a ascensão de kimberlitos ou lamproítos (McCallum *et al.* 1991, Meyer *et al.* 1997). Segundo McCallum *et al.* (1991) o *frosting* pode ser classificado segundo intensidades estruturais: grossa, média, fina e muito fina, relacionando-a como feição magmática tardia nos diamantes. Robinson *et al.* (1989), considera o *frosting* grosso como formado a temperaturas maiores do que 950° C (condições não oxidantes), enquanto o *frosting* fino se formaria em temperaturas intermediárias entre os processos de corrosão de alta e baixa temperatura.

Os critérios estabelecidos, segundo características de ordem secundária encontradas nos diamantes, são: clivagem superimposta, marcas de impacto, capas e qualificação comercial.

B 1 – Clivagem superimposta:

Um cristal pode ser encontrado inteiro ou fragmentado, de acordo com os planos de clivagem do diamante. A fragmentação é causada pelo transporte da pedra, seja no meio magmático original ou no meio aluvionar após a erosão das rochas matrizes, independente do hábito do cristal. O aspecto “clivagem superimposta” é importante no sentido de contribuir com interpretações genéticas do lote estudado, após estatisticamente definidas as proporções. Considera-se que a ocorrência abundante de cristais inteiros em uma região pode significar uma origem distante para o mineral, uma vez que rochas-fonte primárias (kimberlitos e lamproítos) apresentam alto percentual de pedras clivadas.

Na ficha (Figura 1) são estabelecidos quatro categorias para este item:

Intactos – quando o cristal não exhibe nenhum vestígio de quebra.

Levemente quebrados – quando observado na lupa, pode-se identificar algum fraturamento.

Quebras perceptíveis – pode-se facilmente observar quebras na clivagem, mesmo a olho-nú.

Lascas – correspondem a pedaços originados da quebra de um cristal.

B 2 - Marcas de Impacto:

As marcas de impacto consistem em figuras com formas aproximadas de meia-lua, que podem por vezes ser observadas nas superfícies (110) do diamante. Essas figuras são designadas no meio comercial como “unhadas”, e teriam sido ocasionadas nos diamantes durante o transporte no meio fluvial (Censier & Tourenq 1995). Essas marcas podem aparecer no cristal como formas rasas e pouco perceptíveis até muito profundas.

Embora inicialmente houvesse a intenção da análise desse parâmetro nos diamantes, no decorrer do trabalho verificou-se inviável, devido ao grande número de indivíduos estudados em determinadas ocasiões e a pouca disponibilidade de tempo. Embora importante, resolveu-se depois desconsiderá-lo, por não ter sido abrangido com detalhes para a totalidade dos cristais analisados.

B 3 - Capas:

Diamantes com uma leve coloração esverdeada são relativamente comuns. Segundo Orlov (1973) e Vance *et al.* (1973), tal aspecto é ocasionado pela existência de um capeamento verde (*green coat*), que pode se manifestar de três maneiras: a) capas verdes opacas, grossas e de variada espessura (geralmente em cristais cúbicos que apresentam zonamento); b) capas verdes densas, translúcidas, com cerca de 20 μm de espessura; c) pontos ou manchas verdes transparentes, geralmente isoladas, também com espessuras em torno de 20 μm .

A capa verde consiste em uma película ínfima que pouco prejudica o valor comercial das pedras, pois desaparece rapidamente durante o polimento no processo de lapidação. O mesmo ocorre quando o diamante possui uma capa de coloração marrom ou amarela, mais raras do que as capas verdes. Vários autores atribuem que a capa verde se deve à irradiação natural dos cristais por partículas- α , emitidas por minerais ou soluções ricas em tório e/ ou urânio (Vance *et al.* 1973, Harris *et al.* 1975). Entretanto, Orlov (1973), atribui a coloração verde pela presença de certos elementos cromóforos na parte mais externa dos cristais.

B 4 - Qualificação Comercial:

Desde os tempos da Índia até fins do século retrasado, o interesse pelo diamante era puramente como material gemológico. Somente a partir do século XX, quando o diamante passou a ter também ampla utilização industrial, o meio comercial desenvolveu uma terminologia e classificação próprias para qualificar o diamante, muitas vezes conflitantes com as descrições acadêmicas (Chaves & Chambel 2003).

A qualificação comercial abrange uma associação de diversos aspectos apresentados pelo diamante. Considerando-se que neste trabalho são avaliadas pedras brutas, entre outras características relevantes podem-se considerar, os principais aspectos primários constantes na ficha da Figura 2. São necessários conhecimentos profundos para antever possíveis problemas que depois possam comprometer um melhor aproveitamento das pedras. Suas principais variáveis são:

Gema 1 – inclui preferencialmente cristais bem formados, tamanho adequado para lapidação, coloração “límpida” (incolor ou levemente/amarelado), e graus de pureza 1 a 2.

Gema 2 – inclui cristais que embora não possuam as características “nobres” adotadas para “gema 1”, possam ainda ser lapidados e utilizados como gemas.

Chip – são diamantes desproporcionados ou mesmo em lascas, que podem ser de dimensões variadas, dependendo disso podem ter algumas partes ainda utilizáveis gemologicamente.

Indústria – inclui pedras muito pequenas (<0,05 ct), além de cubos, alguns geminados, variedades policristalinas e cristais de cores atualmente inaceitáveis no mercado (cinza, marrom ou preta, etc.) que contenham muitas inclusões.

Embora não seja uma das características analisadas neste estudo, no sentido de facilitar (e agilizar) as análises em campo, vale ressaltar que em geral, diamantes podem também ser caracterizados por sua fluorescência, isto é, sob a incidência de raios ultravioleta em ondas longas, emitindo colorações variadas como azul, verde, amarelo e rosa. Mais raramente, apresentam fosforescência, característica que permite com que permaneçam luminescendo mesmo após a fonte ter cessado. Quando excitados com ondas curtas de fonte ultravioleta, apenas cristais com fluorescência forte sob ondas longas vão apresentar fluorescências média ou fraca (Chaves & Chambel 2003). A luminescência pode ser considerada um fator negativo em termos comerciais, por se julgar que as pedras “amarelam” após lapidadas, embora em termos científicos tal hipótese não tenha ainda sido comprovada. Estudos mais consistentes sobre a fluorescência de diamantes foram realizados por Moses *et al.* (1997).

5 - PROVÍNCIAS DIAMANTÍFERAS DE MINAS GERAIS

O conceito de província mineral, em termos da moderna metalogenia, envolve uma extensa região, em geral da ordem de dezenas de milhares de quilômetros quadrados, onde um determinado bem mineral pode ser encontrado, tendo em vista que seus depósitos possuam afinidades temporais e de ambiência tectônica (Kun 1963, Petrascheck 1965). No caso do diamante, uma outra característica é fundamental para a constituição geográfica de uma província: a que relaciona os aspectos mineralógicos, ou a “assinatura mineralógica” (conforme Chaves & Benitez 2006), das populações de diamantes encontradas em tal contexto. Uma província mineral comporta ainda subdivisões em partes menores, constituindo os distritos minerais, com extensões da ordem de milhares de quilômetros quadrados, e os campos minerais, com extensões da ordem de centenas de quilômetros quadrados.

No Estado de Minas Gerais foram reconhecidas quatro províncias diamantíferas, a saber: (1) Serra do Espinhaço, (2) Noroeste São Francisco, (3) Alto Paranaíba e (4) Serra da Canastra (Figura 8). Essas províncias podem ainda ser subdivididas em distritos diamantíferos, bem como, no caso específico da Província da Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina, em diversos campos diamantíferos. Tais subdivisões resultam do conhecimento geológico acumulado sobre uma determinada região, devendo ser ressaltado que esse conhecimento ainda é deficiente para as outras três províncias.

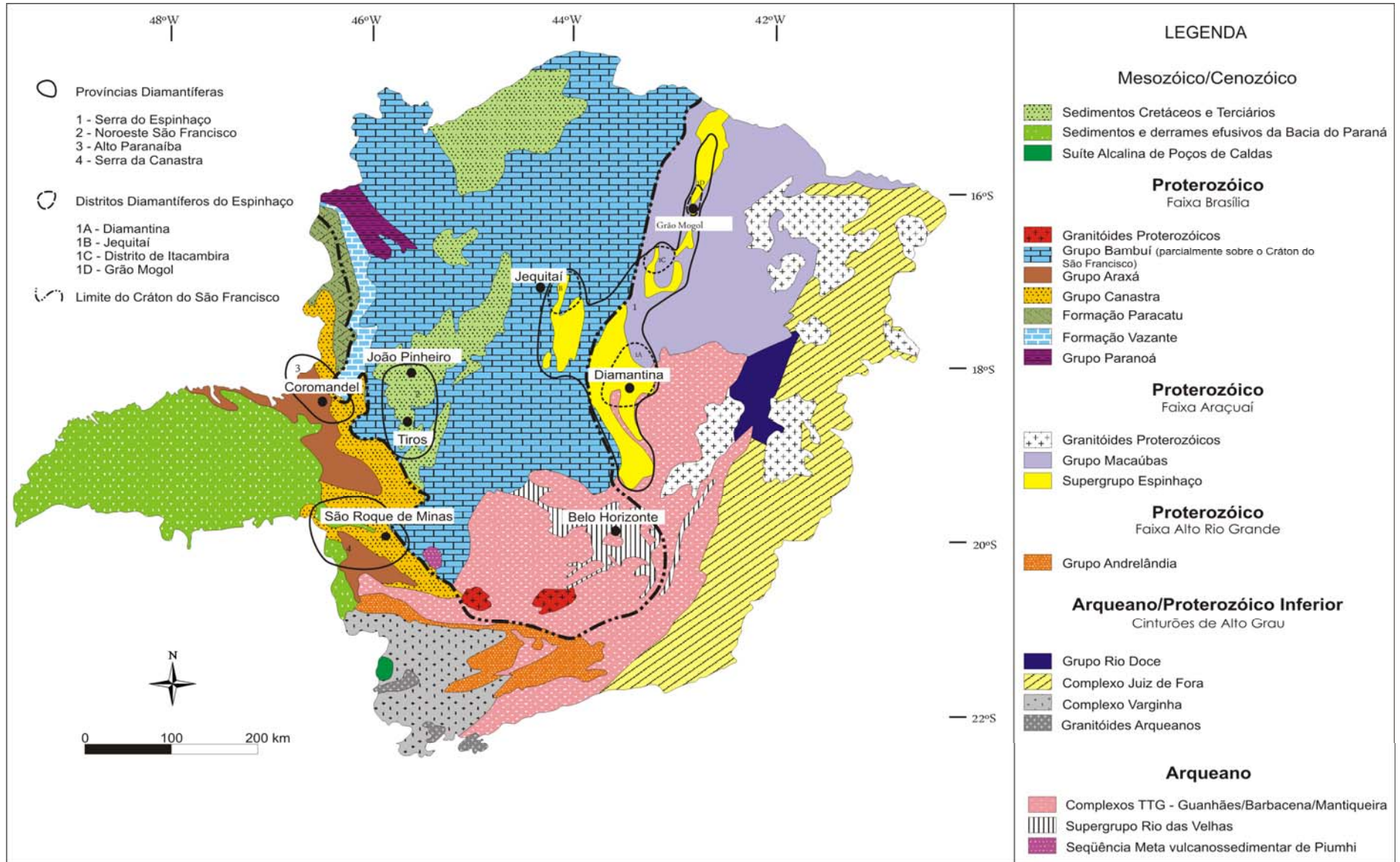


Figura 8: Mapa geológico do Estado de Minas Gerais, simplificado, abrangendo as províncias diamantíferas. Modificado de Penha *et al.* (2000).

5.1 - PROVÍNCIA SERRA DO ESPINHAÇO

A descoberta de diamantes no Brasil ocorreu na Serra do Espinhaço, durante a primeira década do século XVIII nas proximidades da atual cidade de Diamantina (MG), no início como um subproduto da mineração aluvionar de ouro e, posteriormente, em larga escala abrangendo a maioria dos sistemas de drenagem nos contextos do espigão serrano e suas bordas. Com o desenvolvimento das atividades de lavra, outros tipos de depósitos foram progressivamente achados. Relatos históricos descrevem desde os primórdios da mineração diamantífera, que depósitos superficiais recobrimo as porções altas fora das drenagens, como colúvios, elúvios e coberturas lateríticas também continham diamantes, ainda que pouco atraentes por seus teores baixos e irregulares, além da carência de água sobre tais locais.

Esta região brasileira tem se destacado como uma das principais produtoras de diamantes do país, o que estimulou a realização de centenas de trabalhos científicos, principalmente voltados para a problemática da rocha fonte primária desses diamantes, ainda desconhecida. A Província Diamantífera da Serra do Espinhaço abrange quatro distritos de tamanhos e importâncias bastante distintas: Diamantina, Jequitaiá, Itacambira e Grão Mogol (Figura 8).

5.1.1 - Distritos de Diamantina e Jequitaiá

Os distritos diamantíferos de Diamantina e Jequitaiá estão geograficamente inseridos no contexto da Serra do Espinhaço Meridional. De acordo com Santos (1978), os primeiros achados de diamantes no Brasil, deram-se no rio Pinheiro, imediações do Arraial do Tejuco (atual Diamantina), em 1714. Deste modo, o Brasil foi a primeira nação ocidental a produzir diamantes, a partir de depósitos aluvionares, mantendo tal hegemonia por cerca de 160 anos até a descoberta dos ricos campos diamantíferos da África do Sul. Na região de Diamantina, a “rocha-fonte” do diamante é um conglomerado pré-cambriano, designado de Conglomerado Sopa por Moraes & Guimarães (1930). Essa rocha atualmente integra a Formação Sopa-Brumadinho, do Supergrupo Espinhaço (Pflug 1968), aflorando em diversas áreas características na região serrana. O designado Distrito Diamantífero de Diamantina (Chaves 1997) integra quatro campos diamantíferos: Sopa-Guinda, São João da Chapada, Extração e Datas, onde a mineralização diamantífera está fortemente atrelada à presença dos conglomerados do tipo-Sopa além de depósitos situados em suas proximidades.

A área de Sopa-Guinda situa-se 10 km a oeste de Diamantina, com lavras de pequeno porte, onde destacam-se as de Caldeirões, Brumadinho e Lavrinha. Nas proximidades do vilarejo de Sopa, Moraes & Guimarães (1930) fizeram as primeiras descrições detalhadas e designaram os conglomerados diamantíferos pré-cambrianos como “Formação Sopa”. Em São João da Chapada foram descobertos os primeiros depósitos em conglomerados da região de Diamantina, tal fato ocorreu por volta de 1850, na lavra do Barro, a oeste do vilarejo do mesmo nome (Burton 1869). O depósito diamantífero é um conglomerado brechóide muito decomposto, pertencente à Formação Sopa-Brumadinho. Esta área diamantífera se estende do vilarejo de São João da Chapada até a Mina do Campo Sampaio, localizada a cerca de 20 km ao noroeste do Campo de Sopa-Guinda. Abrange o divisor de águas das drenagens que fluem para oeste – bacia do São Francisco (rio Pardo Grande) ou para leste – bacia do Jequitinhonha (rios Pinheiro e Caeté-Mirim).

O Campo de Extração situa-se a 15 km a leste de Diamantina e possui os maiores volumes do conglomerado Sopa, com os mais altos teores, e destaca-se por ter produzido as maiores pedras de todo o distrito. Em 1954, no ribeirão do Inferno, foi encontrado um diamante com 64,4 ct, considerado o maior da região (Chaves & Chambel 2003). Segundo Haralyi & Svisero (1986), pedras com peso superior a 15 ct não são incomuns nesta área. No campo de Datas, ao sul de Diamantina, destacam-se, dentre outras, as lavras de Lajes, Vintém, Surrão (ou dos Ingleses) e Datas de Cima. Segundo Chaves & Chambel (2003), cerca de 200 garimpeiros atuam nesta área, diretamente sobre o Conglomerado Sopa. O ribeirão de Datas, que corta a área de norte a sul, pode ser considerado um dos mais ricos de todo o distrito. A principal faixa de ocorrência do Conglomerado Sopa no local, situa-se a leste da cidade de Datas onde estão as lavras supra citadas.

A região de Jequitaí, que integra o Distrito Diamantífero de Jequitaí, está localizada a noroeste da Serra do Cabral, no centro-norte de Minas Gerais. O embasamento da área, sobre a qual repousam sedimentos fanerozóicos de várias idades, é constituído por metassedimentos dos supergrupos Espinhaço e São Francisco. A primeira fase de distribuição dos diamantes deu-se a partir dos metaconglomerados da Formação Sopa-Brumadinho, que não aflora na região, mas contribuíram para a composição dos depósitos fluviais do Cretáceo Inferior (Formação Areado) (Chaves & Bottino 2000). A porção basal conglomerática da Formação Areado e sua cobertura laterítica foram os grandes distribuidores dos diamantes para os depósitos mais novos, pós-cretácicos.

A partir do Terciário Superior, atividades neotectônicas determinaram a construção de um meio-gráben estruturado NW-SE, e seu desenvolvimento em pelo menos

dois estágios permitiu a formação de depósitos fanglomeráticos, plio-pleistocênicos e dos terraços deixados pelo rio Jequitaiá, os quais constituem os principais alvos da garimpagem local (Penha *et al.* 2000). No Pleistoceno Superior, processou-se uma nova fase de lateritização, estendendo-se até o Holoceno, quando o preenchimento do gráben se completou com a sedimentação de uma cobertura detrítica transportada, juntamente com os sedimentos aluvionares da atual calha do rio Jequitaiá (Chaves & Bottino 2000).

5.1.1.1 - Contexto Geológico

A Serra do Espinhaço, na região de Diamantina apresenta rochas pertencentes a três grandes unidades litoestratigráficas pré-cambrianas: o Complexo Basal (Arqueano), o Supergrupo Rio Paraúna (Arqueano Superior) e o Supergrupo Espinhaço, o qual sustenta a maior parte do espigão serrano, depositado no Paleo-Mesoproterozóico. Todo o pacote é penetrado por rochas intrusivas metabásicas, com idades preferenciais entre 1,1-0,9 Ga (Machado *et al.* 1989). Os principais depósitos diamantíferos pré-cambrianos, na região, são aqueles constituídos pelos conglomerados que se intercalam na Formação Sopa-Brumadinho (Supergrupo Espinhaço). Ocorrem na região rochas pertencentes às unidades basais do Supergrupo Espinhaço: formações Bandeirinha, São João da Chapada, Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel (Figura 9). A Formação Sopa-Brumadinho é ainda dividida em três conjuntos distintos, já caracterizados em Schöll & Fogaça (1979) e Dossin *et al.* (1985), e posteriormente formalizados: membros Datas, Caldeirões e Campo Sampaio (Almeida-Abreu 1995). A ocorrência generalizada de diques e *sills* de rochas metabásicas é uma característica desta porção da Serra do Espinhaço, na maior parte mostrando-se intemperizados e formando em sua superfície espessos solos vermelhos argilosos.

A região de Jequitaiá está inserida no domínio interno do Cráton do São Francisco (Figura 10), o qual, na definição original de Almeida (1977) constitui uma área plataformal cujo embasamento se consolidou em tempos pré-brasilianos, servindo assim de antepaís para os dobramentos ocorridos no Brasileiro. Alkmim *et al.* (1993) aperfeiçoaram esse conceito, considerando então o cráton “entendido como uma feição do Proterozóico Superior, ou seja, moldada pelo Evento Brasileiro, embora tenha se consolidado como segmento da litosfera continental no Arqueano”.

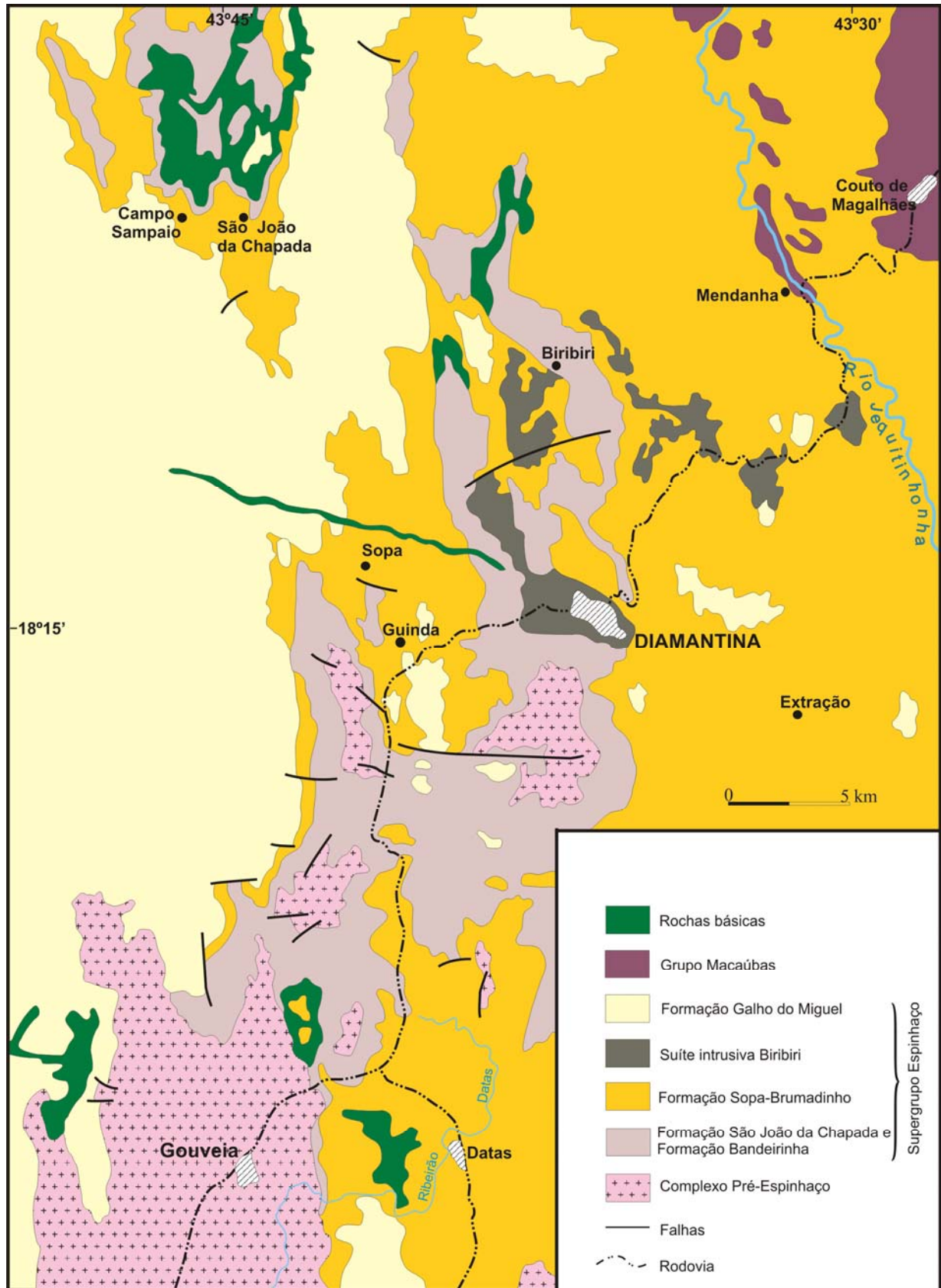


Figura 9: Mapa geológico abrangendo a área do Distrito Diamantífero de Diamantina. Modificado de Chaves (1997).

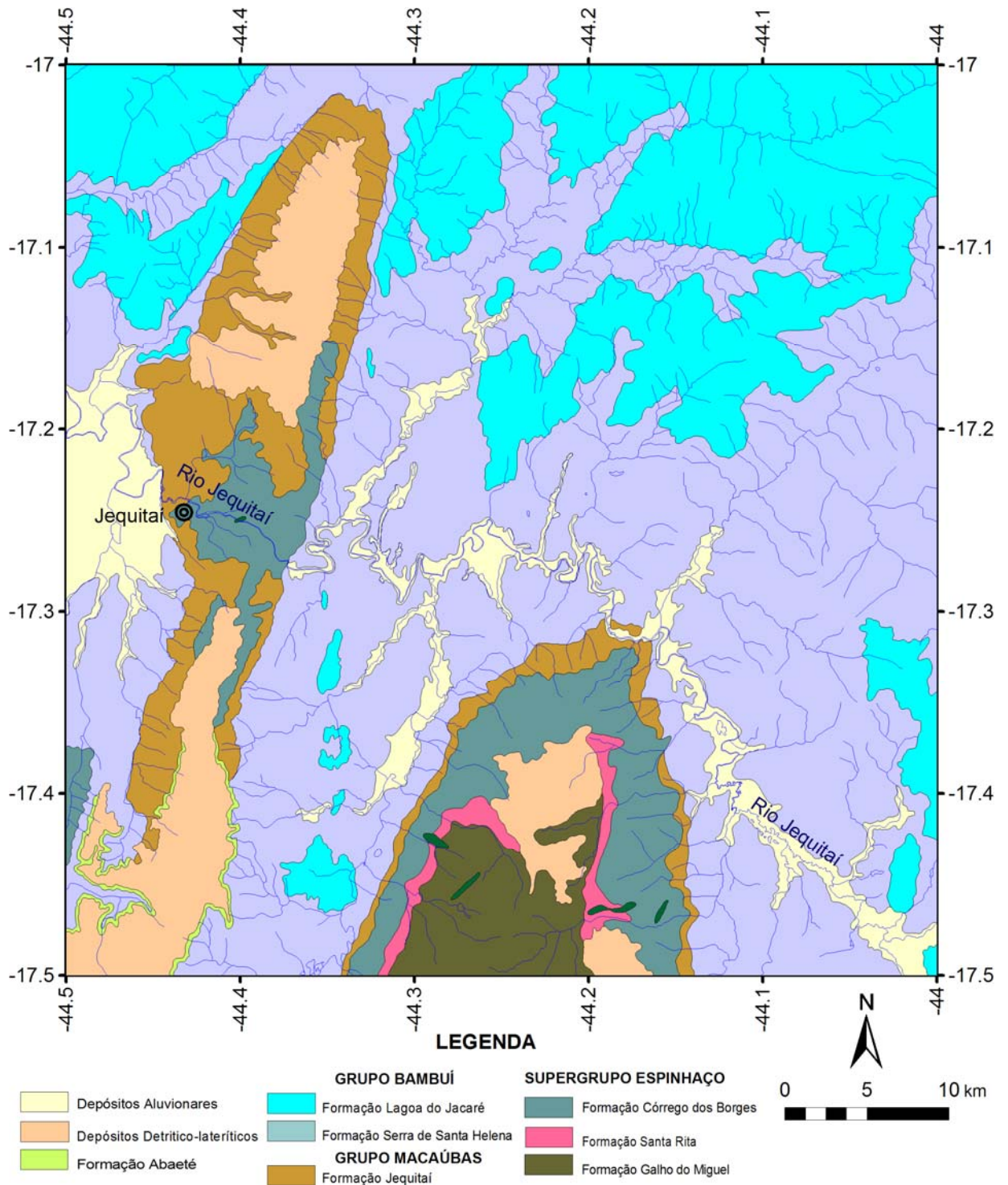


Figura 10: Mapa geológico da região de Jequitai. Fonte: Chaves & Benitez (2007a).

Supergrupo Espinhaço

As sequências predominantemente quartzíticas que suportam o relevo da Serra do Espinhaço nos estados de Minas Gerais e Bahia foram designadas como Supergrupo Espinhaço por Bruni *et al.* (1974). No Espinhaço Meridional, a introdução do termo veio a substituir a designação “Série Minas”, estendida à região por Pflug (1965). A espessura total do Supergrupo Espinhaço varia entre 2.500-3.000 m (Marshak & Alkmim 1989, Dossin *et al.* 1990, Uhlein, 1991) e a seqüência está metamorfizada no fácies xisto verde baixo. Rochas metamagmáticas situadas na base do pacote foram datadas por Machado *et al.* (1989) e Dussin (1994) no intervalo de 1,70-1,71 Ga.

Pflug (1968) subdividiu a seqüência metassedimentar que aflora no paralelo de Diamantina em oito formações: São João da Chapada, Sopa-Brumadinho, Galho do Miguel, Santa Rita, Córrego dos Borges, Córrego da Bandeira, Córrego Pereira e Rio Pardo Grande, da base para o topo. Posteriormente, Dossin *et al.* (1984, 1990) reuniram as três formações inferiores no “Grupo Diamantina”, assim como as cinco formações superiores no “Grupo Conselheiro Mata”. Almeida-Abreu (1993) sugere a substituição do termo “Grupo Diamantina” por “Grupo Guinda”, com intuito de evitar possíveis equívocos em relação ao Grupo Chapada Diamantina, que aflora no Espinhaço Baiano. No entanto tal proposta não teve ampla aceitação, e a designação de Grupo Diamantina é aqui mantida.

Na região de Jequitaiá, o Supergrupo Espinhaço aparece em dois domínios geográficos distintos, porém em situações estruturais análogas, compondo os núcleos das estruturas anticlinais da Serra do Cabral e da Serra da Água Fria. Na Serra do Cabral são encontradas as formações Galho do Miguel, Santa Rita e Córrego dos Borges, enquanto na Serra da Água Fria ocorre somente a última formação.

A sedimentação do Grupo Diamantina teria ocorrido principalmente em ambientes continentais de vários tipos, como fluviais, desérticos, lacustres e de leques aluviais (Chaves 1987, Garcia & Uhlein 1987, Martins Neto 1989, 1993, Almeida-Abreu 1993, Silva 1995). No Conglomerado Sopa, ocorrem abundantes clastos de conglomerado, o que indica que a unidade inferior já estava diagenizada quando seu topo foi retrabalhado. A espessura total do Grupo Diamantina varia entre 800 e 1.000 m, mascarada por sucessões de dobras e falhamentos de vários tipos (Chaves 1997). Neste grupo se reconhecem as formações Bandeirinha, São João da Chapada, Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel. Antes considerada a parte superior do Supergrupo Rio Paraúna, a Formação Bandeirinha foi integrada à base do Supergrupo Espinhaço por Almeida-Abreu (1993).

A Formação Bandeirinha aflora em porção restrita ao sul do vilarejo de Guinda, onde é caracterizada por quartzitos róseos a avermelhados, de grão fino e apresentando generalizadamente estratos cruzados de médio porte e alto ângulo. A Formação São João da Chapada, definida por Pflug (1965) na região homônima, recobre em discordância angular e erosiva esses estratos, caracterizando-se principalmente pela presença de quartzitos finos e médios que afloram nas partes centrais da área atingindo 100 m de espessura. Intercalam-se na sequência níveis decimétricos de filitos cinza-esverdeados, que se tornam mais frequentes em direção ao topo, associadamente a uma diminuição no tamanho do grão dos quartzitos.

A Formação Sopa-Brumadinho, com cerca de 140 m de espessura, é constituída por uma grande variedade de tipos litológicos. Na base, predominam descontinuamente sericita filitos, grafitosos, os quais são recobertos erosivamente por quartzitos médios a grossos, localmente ferruginosos, com intercalações do Conglomerado Sopa típico, sempre diamantífero (Chaves 1997). Localmente tal conglomerado ocorre em discordância erosiva sobre quartzitos da mesma sequência sendo uma característica desta área a presença de intraclastos de conglomerado. No topo da sequência ocorrem metassiltitos e quartzitos finos, além de metabrechas com matriz pelítica branca; tais rochas também possuem diamantes, mas acredita-se que os teores sejam muito baixos para compensarem sua lavra.

A Formação Galho do Miguel ocorre em contato erosivo com os litotipos pelíticos ou com as metabrechas da Formação Sopa-Brumadinho. Apresenta em geral quartzitos finos e muito bem selecionados, localmente micáceos, com estratificações cruzadas. As estratificações cruzadas na maioria das vezes apresentam grande porte, em geral com alguns metros de largura, e alto ângulo entre o acamadamento normal e o *set* cruzado. Um ambiente de sedimentação eólico tem sido atribuído para essas rochas (Garcia & Uhlein 1987, Martins-Neto 1993). A formação recobre várias das unidades anteriormente descritas e indica uma discordância erosiva que é observada regionalmente, podendo atingir mais de 200 m de espessura (Garcia & Uhlein 1987).

O Grupo Conselheiro Mata, reúne as cinco formações superiores do Supergrupo Espinhaço e está representado exclusivamente na borda ocidental da Serra do Espinhaço. As litologias presentes nesta sequência evidenciam alternâncias cíclicas de sedimentos arenosos finos com siltitos e argilitos, que sugerem megaciclos transgressivos e regressivos em ambiente marinho raso a plataformal (Marshak & Alkmin 1989, Dossin *et al.* 1990). A espessura total do Grupo Conselheiro Mata oscila em torno de 900 m (Uhlein 1991), e inclui as formações Santa Rita, Córrego dos Borges, Córrego Bandeira, Córrego Pereira e Rio Pardo

Grande. Essa unidade tem importância menor com respeito a geologia do diamante na região, tanto em Diamantina como na Serra do Cabral.

Rochas de natureza básica, incipientemente metamorfozadas, cortam de modo exclusivo as litologias pertencentes ao Supergrupo Espinhaço nas serras do Espinhaço e do Cabral, aparentemente como diques e possíveis sills. Apresentam coloração verde-escura, aspecto maciço e textura fanerítica média, equigranular. Análises petrográficas revelam a presença de anfibólio e plagioclásio (predominantes), tendo como acessórios epidoto, carbonato e minerais opacos (Chaves & Benitez 2007a). Na Serra do Espinhaço, tais rochas foram datadas – método U/Pb em baddeleyita e zircão – em cerca de 900 Ma por Machado *et al.* (1989).

Supergrupo São Francisco

Sob a designação de Supergrupo São Francisco são agrupadas todas as sequências deposicionais do Proterozóico Superior da região (Pflug & Renger 1973). No centro-norte de Minas Gerais estas sequências são representadas pelos grupos Macaúbas e Bambuí. O Grupo Macaúbas (Moraes & Guimarães 1930) aflora a leste da Serra do Espinhaço a partir da localidade de Mendanha. A oeste da mesma, ele ocorre em uma faixa delgada e descontínua. As principais litologias desta sequência são metassedimentos de origem glacial (tilitos), quartzitos e metapelitos. A espessura do Grupo Macaúbas varia de quase 50 m, nas exposições da borda oeste do Espinhaço, até mais de 500 m a leste da serra (Karfunkel & Karfunkel 1976a,b, Walde 1978).

As rochas metassedimentares de natureza pelito-carbonáticas que afloram no vale do Rio São Francisco foram descritas em várias localidades por Derby (1879, 1882). Rimann (1917), designou como “Série Bambuí” rochas análogas da borda sul do cráton, expressão que tornou-se consagrada pelo uso na literatura geológica brasileira. O Grupo Bambuí representa uma extensa cobertura cratônica limitada a leste pela Serra do Espinhaço e a oeste pela faixa de dobramentos Brasília, com espessura total entre 800 e 900 m (Uhlein 1991). Este supergrupo é integrado pelos grupos Macaúbas (basal) e Bambuí (superior), ainda subdivididos em formações.

Na zona cratônica, a Formação Jequitáí é considerada como um equivalente do Grupo Macaúbas (Uhlein 1991). Derby (1879) primeiramente reconheceu os conglomerados da região de Jequitáí, para os quais Branner (1919) sugeriu uma origem glacial. Moraes (1929), correlacionou o conglomerado de Jequitáí com os metassedimentos que ocorrem na

bacia do Rio Jequitinhonha, denominando-o de “Série Lavras”, já definida por Derby (1906) na Chapada Diamantina baiana. Moraes & Guimarães (1930) e Moraes (1932) dividiram a Série Lavras nas formações Sopa e Macaúbas. A unidade Macaúbas, posteriormente, foi separada desse conjunto e elevada ao *status* de grupo, comportando várias subdivisões (e.g. Hettich 1977). Entretanto, os primeiros a utilizarem a designação Formação Jequitaí para as mesmas rochas foram Oliveira & Leonardos (1943), em alusão ao seu *locus typicus* de reconhecimento. A Formação Jequitaí aflora nas partes externas a oeste e a leste da Serra do Espinhaço, e nas margens das serra do Cabral e da Água Fria.

A principal litologia da Formação Jequitaí é um metadiamicrito que, quando se encontra em estado não intemperizado, tem aspecto denso e duro, de coloração cinza azulada. A matriz da rocha é arenosa fina, localmente síltica, onde se distribuem de modo caótico clastos de diversas origens, tais como quartzito, quartzo, filito, granito, gnaiss, além de rochas carbonáticas e vulcânicas básicas. O tamanho médio desses clastos varia em geral por volta de 10 cm, entretanto são comuns blocos com 60 cm diâmetro e, localmente, podem aparecer matacões de até 1 m; todos os graus de arredondamento são verificados em tais clastos.

Através de datações geocronológicas U-Pb (SHRIMP) em zircões detríticos, primeiramente definiram o limite superior da sequência em 950 Ma (Pedrosa-Soares *et al.* 2000). Entretanto, idades ainda mais jovens têm sido atribuídas à Formação Jequitaí, no intervalo entre 700-800 Ma (Santos *et al.* 2000; Babinski & Kaufman 2003), o que deixa transparecer que estudos adicionais ainda são necessários. Quanto ao ambiente de sedimentação desta formação, também existem fortes controvérsias a respeito. As pesquisas de Isotta *et al.* (1969), Walde *et al.* (1978) e Karfunkel & Hoppe (1988), entre outros, formularam um modelo onde a oeste ocorreriam fácies glácio-continentais (região de Jequitaí), que passariam de modo gradual em direção leste para fácies transicionais e glácio-marinhas, segundo uma hipótese de glaciação continental. As marcas de arraste de geleiras na sequência inferior (Supergrupo Espinhaço), o aspecto comum maciço das rochas e a aparente inexistência de estruturas sedimentares primárias, além da presença de possíveis *eskers* e varvitos, serviram como base para a adoção de tal modelo, e assim tais rochas foram consideradas como verdadeiros tilitos para tais autores.

Outros estudos têm caracterizado a presença de estruturas primárias relacionadas a fácies de sistemas fluviais entrelaçados pró-glaciais (*outwash plains*), o que, juntamente com observações adicionais, levaram à reinterpretação das geleiras como do tipo de altitude (Martins-Neto *et al.* 1999). De outro modo, estudos ainda mais recentes (e.g. Cukrov 1999,

Uhlein *et al.* 1999, Cukrov *et al.* 2005), argumentam quanto a uma origem dos sedimentos glaciais em ambiente marinho raso. Esses autores se embasam na raridade de clastos com granulometria maior que seixo na base da sequência e na quase ausência de outras litofácies que poderiam representar depósitos de lavagem (*outwash*) ou de *eskers*. Tais autores também observaram a homogeneidade dos metadiamicritos aflorantes em relação a sua grande espessura, levando então a uma nova interpretação sobre a formação de tais rochas, relacionando-as ao recuo de geleiras em associação a uma transgressão marinha. Entretanto o assunto é ainda bastante controverso.

O Grupo Bambuí aflora extensamente a oeste da Serra do Espinhaço, e na região diamantífera de Jequitaiá, nas porções externas dos núcleos anticlinais das serras do Cabral e da Água Fria-Porteiras (Chaves & Benitez 2007a). Branco & Costa (1961), primeiramente definiram para este grupo três formações (Sete Lagoas, Rio Paraopeba e Três Marias), sendo que Dardenne (1978) “dividiu” a formação do meio nas formações Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré e Serra da Saudade. A sequência pelito-carbonática Bambuí possui espessura total superior a 1.000 m, sendo depositada no final do Neoproterozóico em ambiente de mar raso do tipo epicontinental, em contexto geotectônico de uma bacia de antepaís (Chang *et al.* 1998, Thomaz Filho *et al.* 1998). A idade de sedimentação do grupo está compreendida no intervalo aproximado entre 640 Ma (Formação Sete Lagoas) e 580 Ma (Formação Três Marias), com base em idades radiométricas Rb/Sr e K/Ar (Thomaz Filho *et al.* 1998) e, sendo assim, pode ser assumida uma idade por volta de 600 Ma para a formação.

Remanescentes de rochas cretácicas ocorrem pontualmente, cobrindo em discordância angular e erosiva as seqüências pré-cambrianas. Freyberg (1932) foi o primeiro a estudar sistematicamente esse conjunto de sedimentos, então incluídos na “Série Gondwana”. Esse autor formalizou também a designação “Arenito Areado”, que foi elevado à categoria de formação por Barbosa (1965), que dividiu ainda a unidade em três membros: Abaeté, Quiricó e Três Barras (da base para o topo). Ladeira & Brito (1968) consideraram esses três membros como formações e a terminologia Areado foi elevada ao *status* de grupo. Na região, ocorrem depósitos rudíticos da Formação Abaeté, com cerca de 40 m de espessura (Costa *et al.* 1997). São principalmente conglomerados, constituídos por clastos decimétricos de quartzito e quartzo, quase sem matriz, unidos por cimento silicoso com porções ferruginosas. Os clastos variam de sub-arredondados a sub-angulosos e, entre estes últimos, alguns se assemelham a ventifactos. A idade da Formação Abaeté é cretácica inferior, e atribui-se um ambiente de sedimentação considerado como fluvial com fortes influências desérticas (Ladeira & Brito 1968, Karfunkel & Chaves 1995).

5.1.1.2 - Depósitos Diamantíferos

Até o presente momento, não são comprovadas rochas fontes primárias de diamantes ao longo da Serra do Espinhaço. Tais fontes estariam distantes, e assim somente as rochas conglomeráticas da porção basal do Supergrupo Espinhaço seriam portadoras de diamantes (Pflug 1965, Chaves 1997, Chaves *et al.* 2001). Entretanto, alguns autores advogam que as ditas fontes seriam intrusivas na bacia de sedimentação do Espinhaço, inclusive, com a presença de possíveis *pipes* na região compreendida entre Sopa e Guinda (eg. Almeida-Abreu 1995, Almeida-Abreu & Renger 2001).

O fato é que, vários tipos de conglomerados depositados durante o Mesoproterozóico, na porção basal do Espinhaço (Grupo Diamantina), são portadores do mineral. Esses depósitos estão posicionados ao longo da serra sobre uma extensão linear de aproximadamente 1.000 km, desde o Quadrilátero Ferrífero até o extremo norte da Chapada Diamantina baiana. Segundo Chaves (1997) em uma região tão extensa com sedimentos gerados de forma semelhante, implica necessariamente na existência de uma notável província portadora das rochas matrizes originais, seja distante ou próxima.

Conglomerado Sopa

Diversas hipóteses procuram explicar as condições de formação do Conglomerado Sopa (Foto 1). A maioria dos autores julga que sua deposição ocorreu em ambiente continental (Garcia & Uhlein 1987), principalmente em leques aluviais e canais fluviais, em borda serrana. As características geológicas da rocha, bem como os teores médios em diamante variam de um campo diamantífero para outro em função da parte hoje aflorante (após dobramentos e fases de erosão) dos corpos conglomeráticos em relação à sua área fonte. Considerando assim uma sedimentação ocorrida em leques aluviais; em Datas, a porção mediana e, em Sopa-Guinda, apenas a parte mais distal (Chaves 1997).



Foto 1: Afloramento do Conglomerado Sopa, na região de Guinda. Autor: M.L.S.C.Chaves.

Conglomerado Abaeté

O Conglomerado Abaeté (Foto 2) recobre as porções sul e oeste da Serra da Água Fria, ao sul de Jequitaiá com espessuras variáveis entre 1,5 a 35m, e constitui-se por conglomerados clasto-sustentados com raras e delgadas intercalações areníticas. Tais conglomerados resultam da tectônica vertical que provocou o modelamento da Serra do Espinhaço a partir do Jurássico, sendo depositados em canais fluviais derivados da serra, ou ainda em leques aluviais associados, os quais indicam atividade tectônica. Apesar do grande volume, acredita-se que os teores de diamantes sejam muito baixos para compensar uma lavra racional (Chaves & Bottino 2000).



Foto 2: Detalhe de um afloramento do Conglomerado Abaeté, na Serra da Água Fria. Autor: J. Karfunkel.

Depósitos Lateríticos

Depósitos detrítico-lateríticos, conhecidos como “cangas”, foram estudados por Chaves *et al.* (2003) e Chaves & Benitez (2004). Estes ocorrem ao longo da Serra do Espinhaço e aparecem em níveis definidos pela altitude, sinalizando que sua formação está associada a processos geomórficos cíclicos de aplainamento do relevo. No Planalto de Diamantina, nos arredores da cidade homônima, as cangas adquirem importância por possuírem diamantes, quando se desenvolvem sobre os conglomerados diamantíferos da Formação Sopa-Brumadinho (Supergrupo Espinhaço). Tal situação é verificada em especial nas proximidades da cidade de Datas, onde tanto a própria canga quanto o solo derivado (designado de “paçoca” pelos garimpeiros) tem sido intermitentemente lavrados desde os primórdios da mineração local em meados do século XVIII.

Depósitos Coluvionares

Nos altiplanos serranos dos arredores de Diamantina são comuns os taludes de declive suave, os *glacis* ou rampas de colúvio, recobertos por sedimentos mineralizados em diamantes, conhecidos popularmente como “gorgulhos” (Foto 3). Depósitos desse tipo ocorrem largamente distribuídos nos quatro principais campos diamantíferos da região: São João da Chapada, Guinda, Extração e Datas (Karfunkel *et al.* 1998, Benitez & Chaves 2003). Tais depósitos, em termos morfológicos, representam níveis de notável extensão, porém com reduzidas espessuras e onde os teores mineráveis de diamante atingem médias muito baixas, mas ainda assim possuem grande relevância na economia local. Ressalta-se ainda o fato de que os depósitos em aluviões, no passado bastante explorados, constituem atualmente fontes exauridas, e posteriormente a estes, alvo de garimpagem, os conglomerados da Formação Sopa-Brumadinho são mais difíceis de serem trabalhados, do que os sedimentos inconsolidados dos citados depósitos (Benitez 2004). Datações por termoluminescência, atribuem a esses depósitos na Serra do Espinhaço, idade em torno de 30.000 anos (Benitez 2004, Benitez *et al.* 2005).



Foto 3: Afloramento de depósito coluvionar diamantífero, na região de Guinda.

Terraços Aluvionares

Terraços aluvionares ocorrem ao longo dos rios Jequitinhonha e Jequitaiá. Os aluviões que ocorrem na bacia do Alto e Médio Jequitinhonha produzem a maior parte dos diamantes de Minas Gerais, principalmente da região e Diamantina. Na parte alta do rio os vales são apertados e ocorrem *canyons* controlados pela estrutura da Serra do Espinhaço, onde estão as rochas diamantíferas; a partir de Mendanha os vales são mais abertos, e aparecem seus terraços antigos e extensas planícies aluvionares (Chaves & Uhlein 1991). Entre as confluências do rio Pinheiro, a montante do ribeirão Tabatinga, cerca de 100 km abaixo, alternam-se aluviões com 150-300 m e *flats* com até 1.500 m de largura. Como o topo do cascalho quase sempre está a alguns metros abaixo do nível médio do rio, utilizavam-se dragas de alcatruzes, cujos volumes mensais de tratamento alcançavam 200.000 m³ de cascalho e alcance de quase 20 m abaixo do nível d'água (Chaves & Uhlein 1991). Essa atividade era então realizada por duas mineradoras: as companhias Tejucana e Rio Novo, atualmente desativadas.

Em Jequitaiá, trata-se de um nível de terraço antigo, remanescente do rio homônimo. Posiciona-se a cerca de 4 a 5 m acima do nível atual do rio e constitui-se de blocos e matacões bem arredondados de quartzito, com pouca matriz (arenosa), com até 4 m de espessura. Localmente, observa-se nesse depósito rudáceo fluvial um nível de porte métrico de areias que pertencem à planície aluvionar. Dentro da cidade de Jequitaiá ainda são garimpados restos desse conjunto formado por cascalhos do terraço aluvionar com os fanglomerados tardios associados (Chaves & Benitez 2007a).

5.1.1.3 - Aspectos Econômicos do Distrito Diamantífero de Diamantina

Muitas vezes verificam-se diferenças relativamente altas entre dados de uma mesma lavra de conglomerado, pois eles se baseiam em amostragens pequenas de pontos distintos do depósito. Por essa razão Chaves (1997), interpreta o cálculo da média entre os “teores médios”. Na área de Sopa-Guinda, as cubagens expeditas efetuadas em vários corpos conglomeráticos, denotam a existência de volumes originais bastante reduzidos, sem que fossem descontadas as seções já lavradas por garimpeiros: Lavrinha: 152.100 m³; Brumadinho: 108.000 m³; Damásio: 71.500 m³ e Diamante Vermelho: 24.200 m³. Segundo Chaves (1997), nessas lavras o teor diamantífero médio é o mais baixo verificado no Distrito de Diamantina, variando de 0,03 ct/m³ nas lavras Caldeirões e Brumadinho, até próximo de

0,01 ct/m³ na Lavrinha. A maioria dos diamantes são menores do que 0,5 ct (95%), apesar de esporadicamente aparecerem cristais de peso superior a 10 ct. Em 1972, foi encontrado um diamante com 27,3 ct (o maior já noticiado neste campo), em um pequeno garimpo ao norte de Sopa, e a maior pedra produzida na lavra mecanizada de Caldeirões (19,5 ct), foi extraída em 1988.

De acordo com Chaves (1997), no Campo de Datas, os volumes de rocha conglomerática são relativamente superiores: na Lavra Vintém, 360.000 m³ e na Lavra dos Ingleses, 130.000 m³. Os teores também são maiores; um trecho na Lavra Datas de Cima, onde mostrou 0,09 ct/m³ em cerca de 100 m³ tratados. Dados semelhantes são fornecidos por Oliveira Filho (1990).

A área de Extração, entretanto, apresenta os mais significativos parâmetros econômicos verificado em todo o distrito. As três principais lavras: Boa Vista, Serrinha e Cavalo Morto, possuem dados de pesquisa mineral. Na Lavra Boa Vista, em 2.500.000 m³ de conglomerado tem-se um teor médio de 0,067 ct/m³ (Haralyi & Svisero 1986), ou de 0,074 (Harguer 1921), e média de peso dos diamantes de 0,26 ct obtido de um lote de 6.163 diamantes (Bousquet 1935). Na Lavra Serrinha, em 1.500.000 m³ de rocha obteve-se um teor de 0,025 ct/m³ (McCarthy 1943). Na Lavra Cavalo Morto, de 300.000 m³ obteve-se 0,052 ct/m³ (Gonçalves, 1981). Os diferentes dados, obtidos de quatro locais distintos, permitiram Chaves (1997), considerar um teor médio de 0,55 ct/m³ para os conglomerados deste campo. Ressalta-se ainda que os maiores diamantes encontrados no Distrito de Diamantina foram produzidos nesta área.

No Campo de São da Chapada estão localizados os primeiros depósitos secundários mineralizados descobertos na região de Diamantina (1850/51), que constituem as lavras do Duro e do Barro, atualmente interligadas, situadas logo a oeste do vilarejo de São João da Chapada. Essas lavras foram intermitentemente garimpadas até 1980, mas desde então as atividades foram paralisadas. A cerca de 5 km a oeste destas, estão as lavras Água Fria, Pagão e Campo Sampaio. Na Lavra do Campo Sampaio, originalmente ocorriam cerca de 525.000 m³ de conglomerados e brechas diamantíferas, dos quais cerca de 2/3 já foram explorados (Chaves 1997). Os teores são os mais altos verificados no Distrito de Diamantina, e varia entre 0,20-0,25 ct/m³, mas localmente chega a 0,70 ct/m³. Chaves (1997) salienta ainda que em um lote com 756 diamantes extraídos do local o tamanho médio era de 0,65 ct e apenas 1% de “fazenda fina”, ou seja, cristais de peso inferior a 0,10 ct. O maior diamante encontrado nesta lavra durante as últimas décadas, pesou 19 ct.

Os depósitos coluvionares, ou “gorgulhos” segundo Chaves (1997) e Benitez (2004) constituem importantes alvos de mineração nos altos serranos. Embora a qualidade gemológica dos diamantes seja praticamente igual à qualidade dos diamantes dos conglomerados próximos, aparentemente os teores são bastante inferiores do que nesses últimos. Chaves (1997) acompanhou uma pesquisa exploratória em Guinda que indicou um teor médio de $0,025 \text{ ct/m}^3$ nos conglomerados, e assim, tendo em vista um fator de diminuição em torno de três vezes, conforme observado no acompanhamento de catas garimpeiras locais, espera-se um teor médio por volta de $0,01 \text{ ct/m}^3$, ou ainda menor nos depósitos superficiais. Da mesma forma, Chaves (1997) com base no acompanhamento da lavagem de vários caminhões desse material em Guinda, argumenta que esse teor poderia ser ainda menor, não fosse o encontro periódico de diamantes com maior peso, na faixa de 1-5 ct, o que aliás constitui o principal fator atrativo para a garimpagem do depósito pelos moradores locais.

Com o objetivo de dimensionar o potencial econômico geral apresentado pelos depósitos coluvionares, através dos dados disponíveis na literatura, juntamente com os obtidos durante os trabalhos de mapeamento de detalhe e o exame dos lotes de diamantes de garimpeiros e comerciantes locais, Benitez (2004) selecionou uma área pouco garimpada onde se realizou um estudo expedito de pesquisa mineral. A área total dessas seções revelou, em quase 100 m^2 , um volume de material diamantífero de cerca de 1.270 m^3 , o qual, com o teor proposto, indica uma reserva de 12,67 ct de diamantes. Considerando-se uma área de exposição quase contínua do material idêntico com cerca de 20 km^2 (200 vezes maior do que a área pesquisada) deve-se considerar, somente nos arredores de Guinda, algo em torno de 680 ct de diamantes no depósito. Ao preço médio de US\$ 60,00/ct, admitido pelos comerciantes que operam na área, teria-se um valor de cerca de US\$ 40.000,00. Como este valor mínimo não considera as pedras de maior quilatagem, as quais podem alcançar valores expressivamente maiores, destaca-se a importância econômica de depósito tendo em vista uma exploração mais racional.

Garimpeiros que se dedicam à mineração de diamantes nos lateritos de Datas atribuem que os teores são maiores do que na “massa” conglomerática inferior, estimando em $0,05 \text{ ct/m}^3$, embora a extração do mineral seja prejudicada pelo posicionamento exclusivo das cangas, em locais altos e com pouco suprimento de água. Ainda assim, tais depósitos adquirem importância econômica, uma vez que grandes reservas ainda permanecem intocadas nos arredores da cidade de Datas (Chaves *et al.* 2003).

Os depósitos aluvionares recentes (e sub-recentes) da região do Alto Jequitinhonha, localizados a montante do vilarejo de Mendanha, bem como todos os depósitos

menores que drenam a porção serrana do Espinhaço, há quase 300 anos a única forma de mineração e garimpagem, limita o conhecimento seguro em relação a dados de produção e/ou teores. Chaves (1997) fornece informações detalhadas sobre a garimpagem semi-mecanizada em afluentes do Alto Jequitinhonha. No primeiro garimpo, situado no Córrego da Prata, 5 km a leste de Diamantina, foram extraídos cerca de 9.200 m³ de cascalho diamantífero e recuperados 141 ct de diamantes, o que indica um teor de 0,014 ct/m³. A espessura média do cascalho neste local foi de 0,50 cm e o capeamento estéril possuía uma espessura da mesma ordem. Na segunda área, situada na Fazenda Palmital, um trecho do ribeirão do Inferno encaixado em quartzito (a cerca de 2 km ao sul de Extração), foi garimpado em vários pontos e, dos 170 m³ de cascalho lavrados, foram recuperados 78 ct de diamantes, o que confere ao depósito um teor de 0,46 ct/m³. A espessura do cascalho era de 0,30 m com um capeamento arenoso em geral da ordem de 0,20 m.

Os dados de Chaves (1997) revelam a forte variação de teores de um local para outro e segundo informações de garimpeiros, tais teores nas porções mais altas e encaixadas dos rios Jequitinhonha e de seus afluentes principais, como os rios Caeté-Mirim, Pinheiro e Ribeirão do Inferno, variam entre 0,01 e 1,0 ct. Entretanto, os cascalhos são pouco espessos e muitas vezes localizados em armadilhas naturais, o que em geral limita a economicidade dos depósitos. Na região do Médio Jequitinhonha, o inverso tende a ocorrer. Os aluviões são largos e comportam um grande volume de cascalho, mas com teores em geral muito mais baixos. Tal situação favorece a lavra por grandes dragas de alcatruzes, como as que lá atuavam, pertencentes às companhias mineradoras Rio Novo e Tejucana. A jusante do vilarejo de Mendanha, os depósitos presentes na área onde atuava a Mineração Rio Novo apresentaram um teor médio de 0,036 ct/m³, porém ao se considerar o capeamento estéril, o teor cai para 0,012 ct/m³ (Fleisher 1991). Na área onde atuava a Mineração Tejucana, situada a jusante do mesmo rio, os teores são progressivamente inferiores, e diminuem desde 0,10 ct/m³ a montante até 0,004 ct/m³ (considerando o capeamento estéril), a cerca de 60 km rio abaixo.

O comportamento espacial do horizonte mineralizado de um trecho selecionado do rio Jequitinhonha reflete com clareza a relação daquele nível com a cobertura arenosa estéril, assim como a maior espessura das margens de ambos nas margens internas às curvas do rio. Porém, como o *bedrock* é irregular, esses dados podem variar consideravelmente ao longo da drenagem. Nos trechos que foram alvo de atividade mineradora, a largura dos *flats* variavam entre 150-200 m (área da Mineração Rio Novo), até quase 2 km a dezenas de quilômetros rio abaixo (área da Mineração Tejucana) (Chaves 1997). Entretanto, o reduzido

teor em diamantes é compensado pelo grande volume de material lavrável, que segundo Dupont (1991) alcançava próximo de 400.000.000 m³.

Chaves (1997) ressalta que os dados de teores são gerais e podem ocorrer variações expressivas no Rio Jequitinhonha principalmente devido ao encontro de afluentes que também são diamantíferos. Tal situação se dá a partir de Terra Branca e Caçaratiba, onde os teores naturais deveriam ser ínfimos, porém, isso não ocorre devido Jequitinhonha receber vários afluentes que trazem diamantes, desde o Espinhaço Central. Essa realimentação dos aluviões vai permitir novamente o aumento dos teores, talvez para os mesmos patamares dos que ocorrem nas proximidades de Mendanha.

5.1.1.4 – Aspectos Econômicos do Distrito Diamantífero de Jequitaiá

Os depósitos diamantíferos que ocorrem nos arredores de Jequitaiá são conhecidos desde meados do século passado. Derby (1878) os descreve, bem como ao “arraial de Jequitaiá”, o qual se formou nas proximidades dos primeiros depósitos descobertos. Vale destacar que a existência de depósitos diamantíferos foi responsável pelo surgimento das cidades de Jequitaiá e Francisco Dumont, bem como pela manutenção nesses locais de uma representativa parcela da população ativa (Chaves & Benitez 2007a). Chaves (1997), segundo informações obtidas junto a comerciantes locais sobre a produção regional, destaca que no mês de julho de 1993, a região produziu cerca de 300-400 ct de diamantes. Tal produção porém teria declinado progressivamente e, em outubro de 1995, novas informações indicaram 200-250 ct/mês, com cerca de 600 garimpeiros em atividade.

Segundo Chaves (1997) e Chaves & Benitez (2007a), o diamante da região de Jequitaiá é considerado de ótima qualidade gemológica, o que foi confirmado no presente estudo (Capítulo 6). De modo geral tal característica dos diamantes da região, possibilita com que tais pedras atinjam altos preços no mercado, da ordem de US\$ 400/ct, provavelmente um dos maiores valores entre os depósitos de Minas Gerais. Esses dados fazem com que a garimpagem do diamante ainda exerça enorme atração entre a população economicamente carente de Jequitaiá. Contudo, vale ressaltar que na atualidade, grande parte das atividades garimpeiras está paralisada, por motivos que abrangem desde questões de ordem ambiental bem como a legislação atual em vigor.

5.1.2 - Distritos de Grão Mogol e Itacambira

A região de Grão Mogol está inserida no contexto da Serra do Espinhaço em seu domínio geográfico conhecido como “Espinhaço Central”, situado no norte do Estado de Minas Gerais. Na primeira metade do século XIX, o interesse científico por essa região iniciou-se com a descoberta, pela primeira vez em todo mundo, de diamantes “dentro” de uma rocha (Chaves *et al.*, 2006); todos os depósitos até então conhecidos eram aluvionares. Tal achado chamou a atenção de diversos pesquisadores (vide Moraes, 1934), destacando-se o engenheiro de minas austríaco Virgil von Helmreichen, cuja principal obra é um dos documentos mais importantes sobre os diamantes do Brasil, e onde este autor já expunha claramente o relacionamento entre o diamante e os “itacolomitos de aspecto conglomerático” presentes na região (Helmreichen, 1846).

Ainda no mesmo século, devem ser realçados os trabalhos de Derby (1879, 1882), que reconheceu as rochas conglomeráticas (diamantíferas) de Grão Mogol como depósitos secundários, relacionando-os com os conglomerados de Diamantina e Lençóis na Chapada Diamantina, de possível idade siluriana. De maneira análoga, Gorceix (1881) determinou a proveniência dos diamantes aluvionares de Minas Gerais a partir das rochas regionais, citando como principal prova os “depósitos paleozóicos situados próximos a vila de Grão Mogol”.

Pesquisas efetuadas na década de 1930 mostraram com detalhes a ocorrência dos conglomerados da “Formação Sopa” na região, considerados como pré-cambrianos. Moraes & Guimarães (1930), Moraes (1934), Moraes *et al.* (1937), entre outros, mostraram com detalhes a ocorrência dos conglomerados da “Formação Sopa” na região, considerados como pré-cambrianos. Em uma ilustração de Moraes (1934), ficou bem caracterizada a separação da série quartzítica na região, então designada de “Itacolomi” (atualmente Supergrupo Espinhaço), em duas sequências distintas: uma basal, com grandes estratificações cruzadas e, outra, superior, apenas com quartzitos de estratificações plano-paralelas, contendo a unidade conglomerática “Sopa”.

5.1.2.1 - Contexto Geológico

Chaves *et al.* (1997, 1999) reconheceram na região de Grão Mogol, três conjuntos litoestratigráficos maiores, pré-cambrianos, designados de Complexo Basal, Supergrupo Espinhaço e Grupo Macaúbas. O Supergrupo Espinhaço foi ainda dividido nas formações Resplandecente e Grão Mogol. Coberturas lateríticas provavelmente desenvolvidas no

Complexo Basal

Aflora a oeste de Grão Mogol, abrangendo a borda da estrutura conhecida como Anticlinório de Itacambira. Constitui-se de rochas profundamente intemperizadas, predominando biotita gnaisses e migmatitos, estes últimos mostrando estruturas estromatítica e *schlieren*, ambas por vezes muito dobradas. A foliação gnáissica mostra em geral valores entre N10°E-N30°E; 30°-40°SE (Chaves, 1997). Localmente, podem ainda ocorrer anfibolitos e rochas graníticas de granulação grossa, ambos bastante alterados. Nas proximidades do contato com as rochas quartzíticas do Supergrupo Espinhaço, nota-se por vezes uma zona estreita (0-100m de largura), constituída por xistos feldspáticos de provável derivação milonítica, indicando deslocamento tectônico para oeste. Rochas semelhantes a estas foram inicialmente atribuídas por Karfunkel & Karfunkel (1976a) à base do Supergrupo Espinhaço, então designadas de Formação Itacambiruçu nas imediações de Itacambira, porém Uhlein (1991) propôs sua origem a partir de zonas de cisalhamento embutidas no Complexo Basal. As poucas datações existentes para o Complexo Basal na região do Espinhaço Central, indicam para o mesmo uma idade arqueana (Siga Jr 1980).

Supergrupo Espinhaço

No âmbito da porção meridional da Serra do Espinhaço (região de Diamantina), a estratigrafia do Supergrupo Espinhaço está bem definida, tendo sido alvo de numerosas pesquisas. Considerando a região de Itacambira-Grão Mogol (Espinhaço Central), esta encontra-se isolada de sua porção meridional por uma faixa de quase 50 km onde só afloram rochas do Grupo Macaúbas, sobrejacentes. Helmreichen (1846) e Derby (1879), já haviam observado que o conjunto quartzítico nesta área assemelhava-se mais ao da Chapada Diamantina (Bahia), do que propriamente ao aflorante na região de Diamantina. Tal diferença foi também salientada por Karfunkel & Karfunkel (1976a), ao reconhecer uma coluna estratigráfica de caráter local, devendo “sua validade ser comprovada através de posteriores trabalhos detalhados e de âmbito regional”, representada pelas formações Itacambiruçu, Resplandecente, Água Preta e Matão, da base para o topo. Tais autores não concordam com a proposta do Projeto Espinhaço (Oliveira *et al.* 1996) de inserir os quartzitos que afloram reliquiariamente a leste da região serrana como uma “unidade superior do Supergrupo Espinhaço. Esses quartzitos, conforme corroborado por inúmeros estudos anteriores (e.g. Karfunkel & Karfunkel 1976b, 1977, Chaves 1995, 1997, Chaves *et al.* 1997, 1999, Uhlein

1991), pertencem à porção basal do Grupo Macaúbas. Porém, a existência de uma discordância erosiva pronunciada no meio desta sequência, permite a separação em duas unidades distintas, aqui designadas Formação Resplandecente e Formação Grão Mogol.

A partir da região de Diamantina, em direção a norte, ocorrem sucessivas alternâncias das formações Sopa Brumadinho e Galho do Miguel. Na zona de fechamento norte da estrutura braquianticlinória do Espinhaço Meridional, afloram apenas quartzitos da Formação Galho do Miguel, em decorrência do caimento do eixo dessa estrutura para norte e pela cobertura neoproterozóica do Grupo Macaúbas. Na área ao extremo sul do Espinhaço Central, na estrutura braquianticlinória de Itacambira, ocorre uma sequência com características idênticas à Formação Galho do Miguel, apresentando os caimentos das dobras maiores para sul. Desta maneira, por seus posicionamentos, espessuras, e características litológicas e faciológicas, a Formação Resplandecente não foi correlacionada com a Formação São João da Chapada aflorante no Espinhaço Meridional, e sim comparável com a Formação Galho do Miguel (Chaves *et al.* 1997, 1999).

Na região de Grão Mogol, a Formação Resplandecente é composta por uma sucessão monótona de quartzitos finos, puros, que se caracterizam pela presença generalizada de estratificações cruzadas de grande porte e alto ângulo. As características litológicas, assim como a associação de fácies presentes nesta unidade, permitem relacioná-la a um ambiente eólico (Chaves 1997). A espessura total da Formação Resplandecente, na região de Grão Mogol, varia entre 250 e 300m.

Os conglomerados diamantíferos que ocorrem em ampla região do Espinhaço Central foram inicialmente considerados como pertencendo à “Formação Sopa”, situada em discordância sobre o conjunto quartzítico da serra, então designado de “Série Itacolomi” (Moraes & Guimarães 1930). Moraes (1934) apresenta uma figura de detalhe em Grão Mogol onde é nítida a discordância “angular” entre as duas unidades. Estes autores provavelmente observaram o contato da Formação Resplandecente, com suas estratificações cruzadas de alto ângulo, sob os conglomerados basais da Formação Grão Mogol. Posteriormente, levantamentos detalhados mostraram que esta discordância erosiva ocorre de maneira regional, sendo observada em pelo menos 50 km de extensão, ao longo de todo o perfil longitudinal entre Cristália (ao sul) e Grão Mogol.

A seção-tipo da Formação Grão Mogol foi obtida através de vários perfis de detalhe integrados, que foram levantados desde o sul da cidade, ao longo dos vales do Rio Itacambiruçu e de seu tributário Córrego da Morte, até cerca de 2 km ao norte da mesma, na região constituída por *inselbergs* quartzíticos denominada localmente de “Serra do Barão”

(Chaves *et al.* 1997, 1999). A unidade pode ser dividida em dois conjuntos litológicos distintos, os quais foram designados informalmente de membros inferior e superior. O membro basal da Formação Grão Mogol ocorre sempre em nítida discordância erosiva sobre os quartzitos da Formação Resplandecente. Este é composto por ortoconglomerados, na maior parte monomíticos, que se notabilizam pela presença de diamantes. Os corpos são lenticulares, conforme as excelentes exposições encontradas na localidade designada de “Pedra Rica” (Chaves 1997). Em geral, os clastos predominantes de quartzito não ultrapassam 20 cm de diâmetro, e estes muitas vezes estão interpenetrados metamorficamente com a matriz quartzítica que também é fina. Onde o pacote apresenta-se mais espesso, ocorre uma estratificação interna nos conglomerados, não observada na região de Diamantina, definindo níveis com 1-2 m de espessura. São marcantes as diferenças entre os conglomerados “Sopa” e “Grão Mogol”. Apesar de ambos serem sustentados pelo grão, os conglomerados que ocorrem na faixa Itacambira-Grão Mogol apresentam um largo predomínio de clastos de quartzito fino que provavelmente pertencem à Formação Resplandecente, sendo raríssimos os seixos de quartzo (extra-bacinais).

O membro superior desta formação ocorre em contato concordante sobre os conglomerados, onde estes ocorrem, compondo uma sequência de quartzitos finos a médios, micáceos, que localmente podem conter lentes delgadas de quartzitos conglomeráticos, microconglomerados e conglomerados sustentados pela matriz (Chaves *et al.* 1999). A presença conspícua de mica (sericita) nos quartzitos lhes confere um aspecto lamelar, com níveis centimétricos a decimétricos dados pela estratificação plano-paralela, que se realça pela erosão diferencial. A espessura do membro quartzítico possui no máximo 80m. As principais estruturas sedimentares são estratificações cruzadas de pequeno porte e de baixo ângulo, muitas vezes acanaladas, além de marcas de ondas com cristas sinuosas. Estas fácies, junto com as abundantes lentes microconglomeráticas e conglomeráticas presentes na sequência, indicam que tais rochas tenham sido depositadas em ambiente fluvial *braided*. A Formação Grão Mogol posiciona-se, portanto, sobre o conjunto “Galho do Miguel-Resplandecente”, e assim, é colocada estratigraficamente acima dos conglomerados diamantíferos que afloram na região de Diamantina (Chaves *et al.* 1999).

Grupo Macaúbas

Dois principais conjuntos litológicos caracterizam o Grupo Macaúbas, a leste de Grão Mogol. Na base afloram quartzitos sericíticos, com elevado grau de imaturidade, que os

diferencia de imediato dos quartzitos do Supergrupo Espinhaço (Formação Resplandecente), que ocorrem em sua base. Quartzos xistosos finos, localmente conglomeráticos, aparecem por vezes intercalados. Este conjunto pode ser associado com a Formação Califorme, descrita em áreas mais ao sul por Karfunkel & Karfunkel (1976b). O contato com o Supergrupo Espinhaço é tectônico. Sobrepostos estratigraficamente, mais a leste, ocorrem metadiamicíticos mais ou menos xistosos e crenulados, com clastos estirados de quartzo, quartzito, quartzito ferruginoso, filito, rocha granitóide e rocha carbonática. O tamanho destes não ultrapassa 25 cm de comprimento. Intercalam-se aos metadiamicíticos várias camadas centimétricas, lenticulares, de quartzitos finos e impuros. Esta seqüência foi considerada de origem glacial por Moraes & Guimarães (1930) e estudos detalhados posteriores têm confirmado esta hipótese (Karfunkel & Karfunkel 1976b, Karfunkel & Hoppe 1988).

As rochas do Grupo Macaúbas encontram-se fortemente deformadas, exibindo dobras fechadas até isoclinais ou mesmo recumbentes, com eixos em torno de N10°-20°E e caimentos do plano axial para leste, com ângulos normalmente entre 15°-30°. Foram originadas por esforços no sentido E-W, típicos em toda a borda oriental da Serra do Espinhaço, onde se relacionam a falhas de deslocamento de baixo ângulo, responsáveis pela superposição do Grupo Macaúbas sobre o Supergrupo Espinhaço. As dobras são truncadas pelo ciclo de pediplanação responsável pela formação das chapadas no Terciário. A deformação presente não permite uma consideração segura sobre a espessura do Grupo Macaúbas na região; possivelmente esta deve oscilar em torno de 500 m (Chaves *et al.* 1999).

5.1.2.2 - Depósitos Diamantíferos

Existem depósitos diamantíferos de três principais tipos na região de Grão Mogol: (1) nos conglomerados basais da Formação Grão Mogol, Supergrupo Espinhaço, (2) em elúvios e colúvios estreitamente relacionados com os conglomerados e, (3) em aluviões recentes e sub-recentes (terraços). Nestes últimos dois séculos de lavra os mais importantes serviços têm ocorrido nos tipos (2) e (3) (Chaves 1997).

Conglomerado Grão Mogol

De acordo com Chaves (1997), os conglomerados diamantíferos de Grão Mogol (Foto 4), em poucos locais chegou a ser de fato lavrado, o que ocorreu principalmente no século XIX. Na atualidade, a maioria dos garimpeiros duvidam mesmo que tal rocha possa

conter diamantes. O desmonte do conglomerado na “Pedra Rica”, a nordeste da cidade, porém, foi descrito com detalhes por Helmreichen (1846), sendo ainda possível observar as marcas de broca dos antigos serviços. Segundo Chaves (1997) nas lavras do Batatal e do Deodato, também houve exploração do conglomerado e ainda no presente ocorre a lavra dos sedimentos eluviais. Em 1995, uma parte do corpo conglomerático alterado que ocorre no “Beco da Quitanda”, área central da cidade, foi “lavrado” tendo como objetivo principal a desocupação do local para construção de uma moradia. A cata então aberta, media cerca de 5,0 x 4,0 x 0,5 m. Dela foram extraídos 24 diamantes pequenos totalizando 1,9 ct, mostrando assim um teor de 0,19 ct/m³, o qual porém deve ser visto com reservas devido ao baixo volume (10m³) e caráter localizado do material lavrado (Chaves 1997).



Foto 4: Afloramento do Conglomerado Grão Mogol, exibindo grandes clastos de quartzito, às margens do rio Itacambiruçu.

Depósitos Elúvio-Coluvionares

Importantes depósitos diamantíferos eluvio-coluvionares ocorrem na área do Córrego dos Bois, a nordeste da cidade. Helmreichen (1846) descreveu um diamante com 30,5 ct oriundo deste local, provavelmente o maior encontrado na região. Chaves (1997)

acompanhou a apuração do cascalho diamantífero na cabeceira deste córrego, um garimpo coluvionar em atividade (Lavra do Ném). Uma cata medindo 18 m^3 produziu 7 diamantes pesando 1,03 ct no total, o que demonstra um teor local de $0,05 \text{ ct/m}^3$. Outro depósito do mesmo tipo, situado na periferia sul da cidade, no local conhecido como “Casas Populares” ou garimpo do Pastinho é descrito por Chaves (1997). Na época (1995), cerca de 50 garimpeiros ali trabalhavam, constituindo então a maior aglomeração deles na região de Grão Mogol. Uma cata medindo 120 m^3 produziu 5,86 ct de diamantes (total de 10 pedras), o que revela um teor aproximado de $0,05 \text{ ct/m}^3$, idêntico portanto ao verificado na área do Córrego dos Bois (Chaves 1997).

Depósitos Aluvionares

Segundo Chaves *et al.* (1999) na região serrana de Grão Mogol, os córregos são normalmente pequenos e encaixados, permitindo apenas um aluvionamento restrito em que a maior parte dos trechos encascalhados já foram lavrados. É o caso do Ribeirão do Inferno, que corta a cidade, e de outros que também nascem na área serrana, como os córregos da Morte, Pastinho, Bonita, Escurinha e Escurona. Ao norte de Grão Mogol, o Ribeirão Taquaral ainda possui cascalhos aluvionares virgens. Em todos estes não se conhecem dados a respeito de produção e/ou teores. No Rio Itacambirucu, o principal da região e afluente de primeira ordem do Rio Jequitinhonha, os depósitos aluvionares são mais amplos (chegando a alcançar 50m de largura) e mostrando uma espessura média de 0,5 m. Eles são lavrados desde o século XVIII, conforme o registro histórico de Andrada e Silva (1792), estando em grande parte exauridos. Chaves (1997) relata que no início da década de 80 tentou-se uma grande “virada” do rio, isto é, seu desvio por um canal artificial rompido em meio aos quartzitos, mas os resultados foram insatisfatórios. Lavra com draga, bomba de sucção e escafandrista tem ocorrido intermitentemente, com bons resultados apenas em áreas restritas onde ainda se encontram cascalhos virgens (Chaves 1997).

5.1.2.3 - Aspectos Econômicos

Registros históricos sobre a produção de diamantes na região de Grão Mogol são escassos. Helmreichen (1846) mencionou uma produção em torno de 20.000 ct/ano em 1841, o que representava na época cerca de 20% da produção de Minas Gerais, então a maior do Brasil. Em 1887, conforme Gorceix (1902), foram extraídos 2.685 ct, o que deveria constituir

pelo menos 10% da produção do Estado. Segundo os dados apresentados por Freyberg (1934), esses valores representavam algo em torno de 6% (1841) e 5% (1887) da produção nacional, indicando assim a importância relativa dos depósitos de Grão Mogol durante o século XIX. Chaves *et al.* (1993) e Karfunkel *et al.* (1994) consideraram em 1992 uma produção anual de 5.000 ct para a região, com cerca de 1.500 garimpeiros em atividade. A produção porém vem declinando continuamente e, no biênio 1992-1993, Karfunkel *et al.* (1994) estimaram um valor de 1.500 ct/ano (± 120 ct/mês), produzidos por quase 200 garimpeiros. Este declínio pode ser em parte explicado pela paralização parcial das dragas que operavam no Rio Itacambirucu, e ainda por uma posterior queda nos preços do mineral e trabalhos alternativos. Toda a produção é comercializada na própria cidade ou, como é o caso das pedras maiores e de boa qualidade, em Montes Claros e Diamantina. Segundo informações locais, os dois maiores diamantes encontrados nos últimos 30 anos pesaram respectivamente 5,1 ct e 4,5 ct, ambos extraídos (1993/1996) no garimpo do Pastinho (Chaves 1997).

5.2 - PROVÍNCIA NOROESTE SÃO FRANCISCO

A procura do diamante na bacia do rio São Francisco teve início em meados do século XVIII. De acordo com Sapucaia Jr (1986), os rios Abaeté, Indaiá, Santo Antônio e o córrego das Almas foram objeto e atividades garimpeiras de importância no passado, com exploração mais avançada a partir de 1800. Na região foram também assinaladas ocorrências de diamantes nas bacias da Prata e do Sono.

Na Província Diamantífera Noroeste São Francisco, as ocorrências de diamante estão ligadas aos depósitos aluvionares dos rios que cortam rochas cretáceas, onde não se sabe ao certo se kimberlitos ou os níveis conglomeráticos diamantíferos ali existentes são as fontes alimentadoras, tendo sido encontradas, até o ano de 1943, pedras com até 354 ct (Achão 1985). O fato é que nesses rios, ocorrem minerais indicadores do diamante, como o piropo, a ilmenita magnésiana e a perowskita (Francisco Ribeiro, GAR Mineração, inf. verbal, 2008).

5.2.1 - Contexto Geológico

A região da Província Diamantífera Noroeste São Francisco abrange representantes do grupo Bambuí, reportados ao Proterozóico Superior e componentes de uma unidade geotectônica denominada “Bacia Epicontinental Marinha” (Dardenne 1981). Sedimentos continentais atribuídos ao Cretáceo Superior, que constituem as formações Mata

da Corda e Areado, incluem-se na unidade Bacia do Tipo Sinéclise (Ladeira *et al.* 1971). Como tipos tectônicos não especificados (Cobertura Superimposta Final) foram englobados os sedimentos detríticos, laterizados ou não, assinalados como pertencentes ao Terciário-Quaternário; sedimentos elúvio-colúvio-aluvionares do Pleistoceno; e sedimentos aluvionares recentes (Holoceno) (Figura 12).

Grupo Canastra

O Grupo Canastra (Mesoproterozóico) aflora somente em pequena parte da região, a sudoeste. Consiste principalmente em quartzitos finos a médios, altamente recristalizados, com intercalações delgadas de filitos e formações ferríferas bandadas (Tuller & Silva 2003).

Grupo Bambuí

Os sedimentos do Grupo Bambuí depositaram-se sobre uma plataforma epicontinental estável, para uma bacia caracterizada por gradiente muito fraco de seu fundo e por águas rasas, permitindo assim explicar a consequência das litofácies sobre enormes distâncias e suas variações muito rápidas em função de modificações menores da paleogeografia (Dardenne 1981). Os diversos ambientes reconhecidos no Grupo Bambuí se manifestam por uma série de fácies características: (a) marinho sub-litorâneo, abaixo do nível da influência das ondas e correntes de maré, águas rasas, profundidade moderada, marinho sub-litorâneo, submetido à influência das ondas e correntes de maré, exposição temporária ao ar livre, frequente na zona de balanço do mar; (b) marinho litorâneo a supralitorâneo, alternante; e (c) fluvial continental (Dardenne 1981).

Segundo Marini *et al.* (1984), a análise da sequência sedimentar permite a identificação de três designados megaciclos regressivos sucedendo e um episódio glacial. Da base para o topo, distribuem-se na seguinte ordem: glaciação em escala continental; megaciclo I, argilo-carbonato; megaciclo II, argilo-carbonatado; e megaciclo III, argilo-arenoso. Os megaciclos I, II e III iniciam-se com uma rápida transgressão de amplitude regional, a partir da qual se desenvolvem fácies marinhas sub-litorâneas, passando progressivamente para fácies marinhas litorâneas e supralitorâneas, atingindo localmente, no caso da Formação Três Marias, fácies continentais (Marini *et al.* 1984).

A bacia Bambuí na região se desenvolveu sobre uma crosta continental estável. É dividida em compartimentos alongados segundo uma direção norte-sul por antigas falhas do

embasamento, cujo jogo durante a deposição dos sedimentos provocou a subsidência mais ou menos rápida dos diversos compartimentos uns em relação aos outros. A sua forma original seria mais ou menos concordante com os limites atuais de afloramento. Os limites da bacia e a posição dos altos fundos são nitidamente indicados pela distribuição das fácies dolomíticas. As variações de espessura observadas de oeste para leste indicam uma transgressão no mesmo sentido com a diminuição concomitante dos aportes detríticos, orientados preferencialmente de SW para NE, e adelgaçamento dos intervalos pelíticos em direção ao rio São Francisco.

Em direção ao topo do Grupo Bambuí, ocorre uma fácies de transição síltico-arenosa, de natureza arcoseana, que passa gradualmente lateral e vertical para uma sequência psamo-pelítica denominada Formação Três Marias. Esta sequência caracteriza-se por estruturas primárias mais evidentes, do tipo estratificação plano-paralela e cruzada de corrente, tipo acanalada, e tabular, marcas de ondas e de carga e gretas de ressecamento. Estruturas como marcas de ondas e estratificação plano-paralela contribuem para a demarcação do ambiente marinho raso a continental, revelando, desse modo, condições regressivas.

Grupo Santa Fé

O soerguimento do Alto Paranaíba consiste em um alto do embasamento que expõe as rochas proterozóicas, sendo facilmente identificado pelos grandes lineamentos que atravessam o continente desde a plataforma oceânica (Megalineamento 125AZ). A flexura gerada pela subsidência tectônica propiciou a deposição das unidades componentes da bacia sanfranciscana. O Grupo Santa Fé (Permo-Carbonífero, constitui a porção basal da bacia restringindo-se às suas paleodepressões, definidas por uma sucessão de sedimentos glaciogênicos, com diamictitos associados a sequências glácio-lacustres a flúvio-glaciais formadas de folhelhos, arenitos, conglomerados, ritmitos e grauvacas (Sgarbi *et al.* 2001).

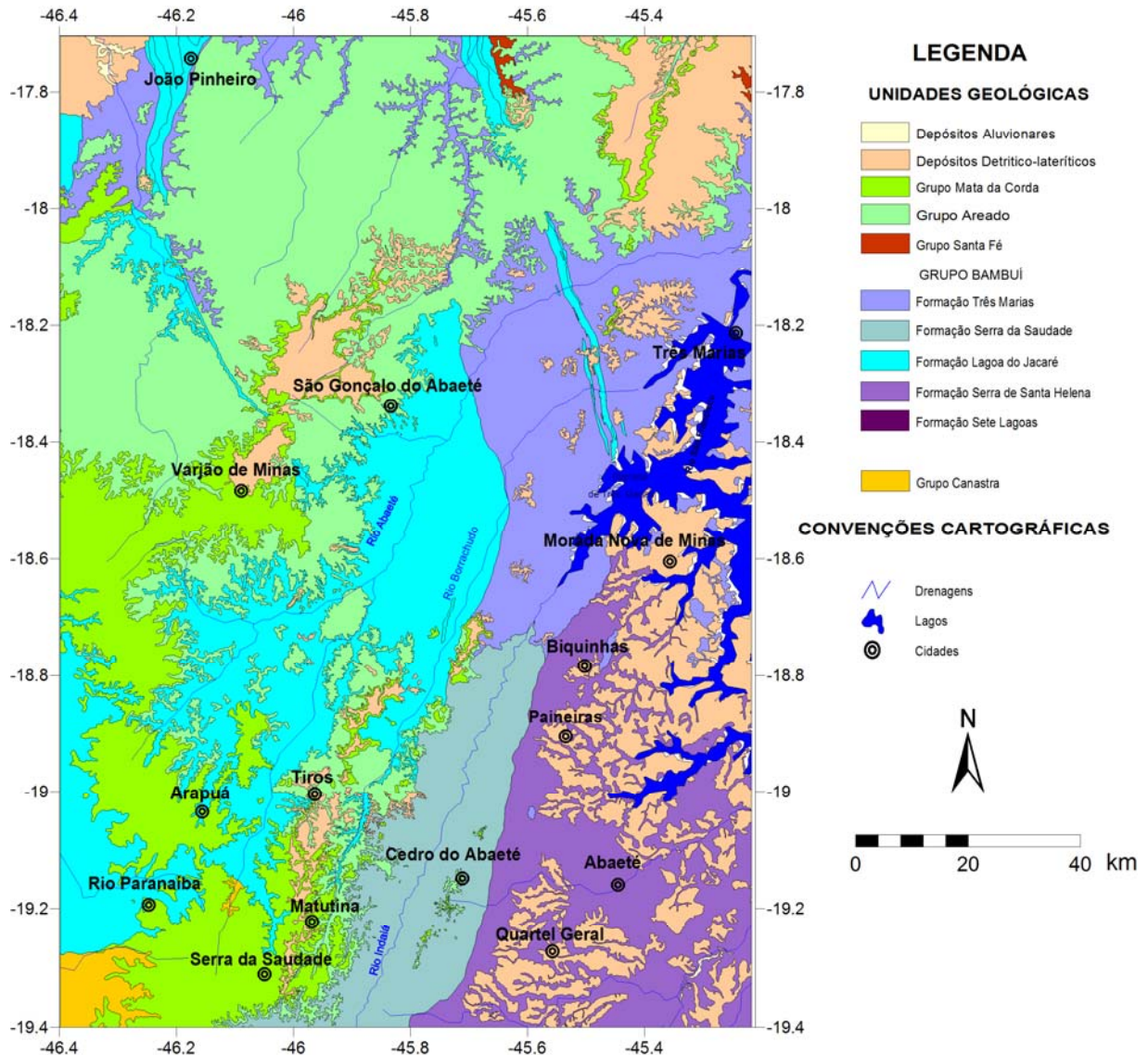


Figura 12: Mapa geológico abrangendo a Província Diamantífera Noroeste São Francisco. Modificado de Campos Neto *et al.* (2003).

Grupo Areado

Nos domínios da Folha João Pinheiro (1:250.000) a bacia do tipo sinéclise teve início com a deposição do Grupo Areado, no Cretáceo Inferior (Aptiano-Albiano) (Braun, 1970), e término com o Grupo Mata da Corda, no Cretáceo Superior. O Grupo Areado foi dividido em três membros ou fácies por Barbosa (1965), de acordo com as características de seus depósitos: Abaeté (conglomerático), Quiricó (argiloso) e Três Barras (arenoso). Repousa sobre a superfície de pediplanação Pós-Gondwana (King, 1956) do Cretáceo Inferior, depois elevados a categoria de formações (Sgarbi 2000).

A Formação Abaeté, sua unidade conglomerática e arenosa basal possui uma distribuição relativamente contínua sobre um pedimento antigo da superfície pós-gondwana. Ocorrem vários níveis de ruditos intercalados com arenitos e argilitos. A presença de seixos (ventifatos ou *dreikanter*s) no conglomerado Abaeté é indicativa de um domínio climático árido a semi-árido também na área fonte, posteriormente arrasada pelo ciclo denudacional Sul-Americano; a sedimentação sub-aquática, fluvial, da fácies Abaeté engloba tais materiais, mas representa, outrossim, uma mudança climática para condições mais úmidas. Ao invés de ser considerado essencialmente um preenchimento de paleocanais, é possível que as zonas mais elevadas correspondam a um fanglomerado (Heineck 1983).

Na Formação Quiricó, as litologias características desta unidade são folhelhos argilosos e arenosos, por vezes betuminosos, argilitos, siltitos e arenitos argilosos a quartzosos, que assumem proporções preponderantes nas zonas marginais da bacia. O registro estratigráfico inclui ainda margas e calcários finos, que no ambiente lacustrino em que se depositou a fácies Quiricó representam uma sedimentação carbonática relacionada a águas tropicais de fundos salinos. Em função da ritmicidade imposta aos sedimentos da bacia, além de intercalações arenosas maiores, é possível deduzir grandes e rápidas oscilações na energia do ambiente, com influências até mesmo sazonais nas condições de circulação. No sentido do topo ocorre uma transição para a Formação Três Barras, tão mais complexa quanto mais areno-argilosa esta se apresentar, uma vez que podem ocorrer dezenas de alternâncias entre arenitos e lutitos (Heineck 1983).

A Formação Três Barras é formada predominantemente de arenitos. Segundo Grossi Sad *et al.* (1971) sua característica mais marcante é a estratificação em bancos e a frequência de estratificações cruzadas internas a eles. Sua maior espessura foi registrada no ribeirão Três Barras, onde atinge 140 m. As estratificações cruzadas referidas revelam-se em amplos *foresets* com ângulos superiores a 30°. É comum o tratamento dos *foresets* por camadas horizontais ou *topsets*. À medida em que se processou a colmatagem da depressão lacustrina, a mesma foi se tornando palco de eventos regressivos e transgressivos cada vez mais frequentes, culminado com a instalação definitiva de uma ambiente fluvial e uma consequente dessalinização dos sistemas. Tais condições prevalecem a partir das cotas 850-875 m nas porções central e norte da bacia, com a exposição de arenitos feldspáticos médios a grossos, homogêneos, muitas vezes referidos (Heineck 1983) como “arenito superior”.

No contato com os tufos da Formação Mata da Corda (940 m de altitude), os arenitos feldspáticos encontram-se silicificados e com deformações penecontemporâneas. Conforme Heineck (1983) ocorrem delgadas intercalações de arenitos nos tufitos, podendo ser

inferida uma idade cretácea superior (Coniaciano-Santoniano) para o término da sedimentação Três Marias e, conseqüentemente, para a Formação Areado.

Grupo Mata da Corda

Este grupo engloba três unidades faciológicas distintas: formações Patos (ausente na área), Capacete e Urucuia. Ele recobre o Grupo Areado sem que os separe discordância reconhecível.

Na Formação Capacete, à medida que se afasta das áreas vulcânicas, a contribuição piroclástica diminui sensivelmente, cedendo lugar a arenitos e conglomerados cineríticos. Sua cor característica é verde, incluindo outras tonalidades que correspondem a cores secundárias. São características as estratificações cruzadas, indicando ambiência sub-aquática. Níveis de conglomerados são comuns. Inclui quartzo, feldspato e material piroclástico. A cor verde é derivada da alteração do material vulcânico em nontronita (Grossi Sad *et al.* 1971). A Formação Urucuia representa uma sedimentação mais distal, não inclui material cinerítico. Braun (1970) definiu seus limites pela presença de magnetita, cujo percentual diminui em quantidade granulométrica do sul para o norte.

A idade do Grupo Mata da Corda vincula-se a um ciclo magmático maior, que inclui basaltos, carbonatitos e tufos. As datações empreendidas por Hasui & Cordani (1968), estabelecem idades em torno de 80 Ma para o vulcanismo tufáceo, o que assegura idade cretácea superior (Cenomaniano-Turoniano) para a formação.

Sedimentos Cenozóicos

Esses depósitos de materiais detrítico-lateríticos, são representados por uma seqüência de três unidades, que receberam a denominação de “Cobertura Superimposta Final” (Grossi Sad *et al.* 1971). A seqüência inicial, de origem continental e idade terciária-quaternária, reúne areias, cascalhos e material síltico-argiloso, inconsistentes ou parcialmente laterizados. A seqüência acima é essencialmente continental, de idade quaternária (Pleistoceno) e constituída de areias, lateritas e mesmo produtos de eluviação profunda. Estas unidades são representativas de coberturas remanescentes do ciclo de aplainamento Velhas, identificando as cotas entre 750 e 650 m.

A seqüência inicial, de origem fluvial e idade quaternária (Holoceno) ocorre de maneira bastante reduzida, todavia apresentando maior concentração na sua porção noroeste.

Essa unidade é constituída por detritos aluviais inconsolidados (cascalhos, areias, siltes e argilas); mantêm-se temporariamente inundados e parcialmente estabilizados. Incluem-se na mesma os depósitos de várzea, terraços aluviais ligeiramente mais elevados, porém alcançáveis pelas eventuais cheias, aluviões abandonadas por recentes mudanças de cursos dos rios intermitentes, depósitos palustres e lacustres.

5.2.2 - *Depósitos Diamantíferos*

A bacia do rio do Sono, afluente do rio Paracatu, ainda é considerada uma das principais áreas diamantíferas do noroeste de Minas Gerais, havendo notícias de antigas e atuais atividades garimpeiras em alguns de seus trechos. Essa tradição se explica pelo fato de que o rio do Sono bem como alguns de seus tributários (rios Santo Antônio e das Almas) drenam regiões dos municípios de São Gonçalo do Abaeté e João Pinheiro, onde, do Cretáceo ao Terciário fizeram-se presentes eventos vulcânicos, possivelmente com corpos kimberlíticos associados, e um prolongado ciclo de sedimentação representado pelos grupos Areado (detritos fluviais e lacustrinos) e Mata da Corda (material piroclástico). Salienta-se que os aluviões quaternários são particularmente expressivos ao longo do baixo curso do rio do Sono, no sentido da localidade do Paredão de Minas, trecho este onde as planícies de inundação são marcadas pela presença de meandros abandonados e larguras, às vezes, superiores a 700 m (Vieira & Heineck 1983).

O rio Abaeté é famoso por sua produção diamantífera, onde ocorrem consideráveis quantidades de gemas coloridas, a maioria com formas arredondadas e dissolvidas (Cookenboo 2005).

Como até o momento não foram reconhecidas *pipes* kimberlíticos intrusivos na Formação Três Marias (Grupo Bambuí), unidade estratigráfica mais antiga aflorante na bacia do rio do Sono, é possível que uma apreciável parcela dos diamantes ali ocorrentes seja proveniente das coberturas cretáceas situadas nos atuais altos topográficos das cabeceiras de drenagem como o córrego das Almas. Já foram identificados vários afloramentos de conglomerados correlacionáveis à Formação Abaeté do Grupo Areado (Cretáceo Inferior). As ocorrências desses conglomerados são freqüentes na região compreendida entre o córrego das Almas e o ribeirão das Gaitas, mas o caráter diamantífero desses ruditos não foi comprovado até o momento (Vieira & Heineck 1983).

Ainda segundo Vieira & Heineck (1983), outra possível matriz secundária dos diamantes reside na fácies basal, psefítica, do Grupo Mata da Corda (Cretáceo Superior), que

ocorre, por exemplo, ao longo do chapadão dos Gerais, onde se encontra bastante lateritizada, sendo constituída por um conglomerado de tendência oligomítica.

5.2.3 - Aspectos Econômicos

As áreas que se apresentam com relativa potencialidade para a concentração de diamante limitam as aluviões recentes ou antigas ao longo dos rios da Prata, do Sono, das Almas e Santo Antônio, nos quais são citadas atividades de garimpo. As que abrangem os sedimentos aluviais dos rios do Sono, Santo Antônio e das Almas, apresentam-se como as zonas mais favoráveis e de maior potencialidade para concentração de diamantes tendo em vista alguns garimpos e indícios aí existentes. Reporta-se que o rio do Sono vem sendo garimpado para diamante no trecho compreendido entre a confluência com o rio Santo Antônio e sua desembocadura no rio Paracatu. Os rios Santo Antônio e das Almas foram objeto de atividades garimpeiras importantes no passado, com explorações mais avançadas a partir de 1800 (Vieira & Heineck 1983).

Atualmente apenas uma mineradora encontra-se em atividade de lavra de diamante no rio Abaeté (Figura 13 e Foto 5). Segundo informações verbais de Francisco Ribeiro, proprietário da GAR Mineração que atua na região de São Gonçalo do Abaeté, são recuperados cerca de 35m³ de cascalho por dia, totalizando em uma semana com cinco dias de atividade 175m³ de material lavado.

A produção analisada de 30/08 à 04/09/2009 mostrou um lote com 30 pedras, totalizando cerca de 30ct. Essa produção em peso é variável, nem tanto pelo número de pedras recuperadas, mas pelo tamanho dos cristais que por vezes, são maiores.



Figura 13: Diversos estágios dos serviços executados pela GAR Mineração. Cascalho sendo retirado e transportado para o jigge (A); lavagem e seleção do material (B e C); parte inferior do jigge (D); peneiramento manual da fração fina do material e apuração (E e F).



Foto 5: Rio Abaeté, na região de São Gonçalo do Abaeté, área onde encontra-se em atividade as instalações da GAR Mineração.

5.3 - PROVÍNCIA ALTO PARANAÍBA

A Província Diamantífera do Alto Paranaíba é centralizada pela região de Coromandel como a principal produtora de diamantes e pólo de comercialização da gema. Outras áreas menores situam-se nos arredores de Romaria e Estrela do Sul. Tal região, a oeste de Minas Gerais, se destaca como a segunda maior produtora de diamantes no âmbito estadual, sendo ainda mundialmente famosa pelas descobertas periódicas de diamantes “gigantes”, ou seja, aqueles de pesos superiores a 100 ct (Chaves *et al.* 2005).

O município foi criado com a Lei n° 2930 de 6 de outubro de 1882. Uma lei estadual de 1891 confirma a criação do distrito-sede do município. Em 7 de setembro de 1923 a lei n° 843 deu-lhe o nome e a configuração atual. Seu surgimento e crescimento tiveram como ponto de referência, para viajantes e imigrantes portugueses, a perspectiva de prosperidade e riqueza do lugar, com essa atividade. A região de Coromandel é reconhecida por sua riqueza em ocorrência de diamantes, que remonta há 250 anos e até hoje é objeto de ampla atividade de busca para cerca de 3000 garimpeiros e algumas empresas de mineração (Fundação João Pinheiro 2002).

Destaca-se que Coromandel apresenta rica rede hidrográfica, com os leitos dos rios Paranaíba e Dourados e seus afluentes. Desde Ituiutaba até Patos de Minas, o alto Paranaíba e seus afluentes das margens esquerda e direita são garimpados à procura de diamantes. Essa vasta área diamantífera forneceu, por mais de dois séculos, a maior quantidade dos grandes diamantes do Brasil, particularmente na área dos atuais municípios de Estrela do Sul, Abadia dos Dourados e Coromandel.

Em Coromandel predominam os garimpos sobre as empresas legalizadas, que funcionam seja de maneira artesanal, com pá e picareta, seja de maneira mecânica, com jigsawes e bicas canadenses. No período mais recente, entretanto, ficaram mais evidentes as consequências da atividade na região, principalmente devido à intensificação da extração mecânica do cascalho diamantífero, e seu processamento através de jigsawes. Com a multiplicação desses equipamentos aumentaram conseqüentemente os achados, despertou o interesse de empresas do setor que atuam no exterior (Fundação João Pinheiro 2002).

Os primeiros trabalhos que envolvem a região do Alto Paranaíba são devidos a geocientistas em busca de maiores informações sobre as ocorrências de diamantes, aí descobertas por garimpeiros em fuga da região de Diamantina, severamente controlada pelo governo colonial no século XVIII. Dentre outros, devem ser citados os estudos históricos de Saint-Hilaire (1833) e Damour (1855). Ressalta-se ainda que sempre houve uma acentuada dissociação entre os estudos envolvendo as sequências xistosas pré-cambrianas, predominantes na região, e estudos sobre as sequências de idade cretácica, incluindo aí as possíveis rochas magmáticas fontes do diamante.

Em meados da década de 1960, a extinta empresa PROSPEC foi contratada pelo DNPM para realizar o levantamento geológico básico e inventário dos recursos minerais da região, através do “Projeto Chaminés” (resultados finais em Barbosa *et al.* 1970), fornecendo os ainda hoje mais valiosos dados integrados sobre a geologia de todo Triângulo Mineiro. Em 1967, o geólogo francês M. Bardet, do BRGM, visitou várias áreas diamantíferas do Brasil. Impressionado com a potencialidade do Alto Paranaíba, enviou equipe de pesquisa que, logo em 1969, descobriu o primeiro kimberlito na região, o Vargem-1, no município de Coromandel. Esta descoberta, porém, além de outras, foram mantidas em segredo e somente muitos anos mais tarde a comunidade científica pôde realizar as primeiras observações sobre esse e outros corpos (Svisero *et al.* 1977, 1979, 1984, 1986).

No domínio da Província Diamantífera do Alto Paranaíba (Hasui & Penalva 1970), foram reconhecidos dois distritos com características peculiares: o de Romaria-Estrela do Sul, a oeste do Soergimento do Alto Paranaíba, e o de Coromandel, a nordeste daquela

estrutura. O Distrito Diamantífero de Coromandel, o principal da província, tem produzido os maiores diamantes da Província do Alto Paranaíba bem como do Brasil. Cerca de 90% das pedras com peso superior a 50 ct foram aí descobertas, o que ressalta o vasto potencial da região.

Esse distrito envolve extensa área a nordeste do “Soerguimento do Alto Paranaíba”, dominando a região conhecida como “Planalto da Mata da Corda”. Ocorrem ali dezenas de corpos reconhecidamente kimberlíticos, excelentes exposições da sequência conglomerática do Cretáceo e, as mais volumosas e ricas aluviões diamantíferas do Alto Paranaíba, ao longo do rio Santo Inácio. Segundo Lapin *et al.* (2005), a “Província Ígnea do Alto Paranaíba”, é uma das poucas regiões do globo terrestre onde ocorrem na mesma área kimberlitos e complexos carbonatíticos, bem como rochas ultrapotássicas–kamafugíticas, constituindo diatremas, *stocks*, *plugs*, diques e derrames de tufo-lavas, semelhantemente ao que ocorre em alguns países do leste da África.

A possibilidade de ocorrência na região da associação diamantes/kimberlitos férteis, tem sido constantemente considerada (Barbosa *et al.* 1970, Hasui & Penalva 1970, Svisero *et al.* 1979, 1984, Almeida *et al.* 1980, Barbosa 1991, Chaves 1991, Svisero & Basei 2005, entre outros). Kaminsky *et al.* (2001) realizaram estudos das populações de diamantes da região e afirmam que algumas pedras não apresentam *spots* ou evidências de retrabalhamento mecânico, o que pode indicar origem em uma fonte primária local.

Svisero & Basei (2005) apresentam dados que também sugerem uma origem proximal para os diamantes, ao datarem macrocristais de zircão provenientes de intrusões de natureza kimberlítica, bem como de conglomerados da Formação Capacete das imediações de Coromandel. As idades obtidas pelo método U/Pb situam-se no intervalo 80-90 Ma, e são concordantes entre si sugerindo uma origem comum para os cristais de zircão dessas duas fontes. Esses autores alegam ainda que o zircão está associado a uma assembléia de minerais típicos de xenólitos mantélicos, com granada piropo, ilmenita magnésiana, diopsídio e espinélio, e alguns desses minerais (granada e ilmenita) ocorrem também nos conglomerados. Assim, tais autores sugerem que as intrusões kimberlíticas locais representam a fonte dos minerais indicadores presentes nos conglomerados, bem como do diamante lavrado na região.

Por outro lado, Tompkins & Gonzaga (1989), Gonzaga *et al.* (1994), Campos & Gonzaga (2000) e Gonzaga (2005) defendem uma origem alóctone para o diamante da região de Coromandel e áreas adjacentes. Segundo tais autores, a origem deste diamante estaria relacionada a fontes primárias antigas situadas no Cráton do São Francisco, de onde o diamante teria sido transportado por geleiras no Proterozóico Superior (Glaciação Jequitá) e

no Permo-Carbonífero (grupos Santa Fé e Aquidauana) até os sítios atuais. Entretanto, até então, os referidos autores não apresentaram argumentos definitivos que comprovassem tal hipótese.

5.3.1 - Contexto Geológico

São identificadas na área da Província diamantífera do Alto Paranaíba, as seguintes unidades lito-estratigráficas (da base para o topo): Grupo Araxá, Grupo Ibiá, Grupo Canastra e Grupo Bambuí (de idades pré-cambrianas), e Grupo Mata da Corda (Formação Capacete) do Cretáceo Superior (Figura 14). As unidades pré-cambrianas ocorrem orientadas em faixas de direção aproximada NW-SE, enquanto a sequência cretácica aparece em *plateaus*, cobrindo discordantemente as unidades mais antigas.

Grupo Araxá

O Grupo Araxá, indiviso, aflora no extremo sudoeste da área, abrangendo o vilarejo de Douradinho com bons afloramentos no córrego de mesmo nome.

A principal litologia do Grupo Araxá é um quartzo-clorita-muscovita xisto, às vezes, granatífero, de granulação grosseira e de cor variada, desde acinzentada (em afloramentos sãos) até amarelada ou esverdeada, quando a rocha está meteorizada (Barbosa *et al.* 1970). Localmente, ocorre intercalado aos xistos um quartzito, micácio, recristalizado e com bandas ferruginosas. É comum, em ambas as litologias, a presença de veios de quartzo em duas gerações distintas. A mais antiga, revela veios concordantes com a foliação principal, milonítica, de direção NW e mergulhos variáveis para SW. A geração mais nova apresenta veios mais potentes (até alguns metros de espessura), francamente discordantes da foliação principal.

No extremo oeste da área, o Grupo Araxá apresenta intercalações de rochas filoníticas, extremamente semelhantes com as que ocorrem no Grupo Ibiá. O contato desta unidade com tal formação, a leste é de natureza tectônica, através de falhamento de empurrão. Como nem a base, nem o topo estão presentes torna-se impossível estimar a espessura do Grupo Araxá, na região de Coromandel, embora Barbosa *et al.* (1970) tenham sugerido valores da ordem de 1.400 m. A grande espessura do Grupo Araxá, com a predominância de sedimentos originalmente finos, sugere para a unidade um paleoambiente de sedimentação marinho, de águas plataformais a profundas.

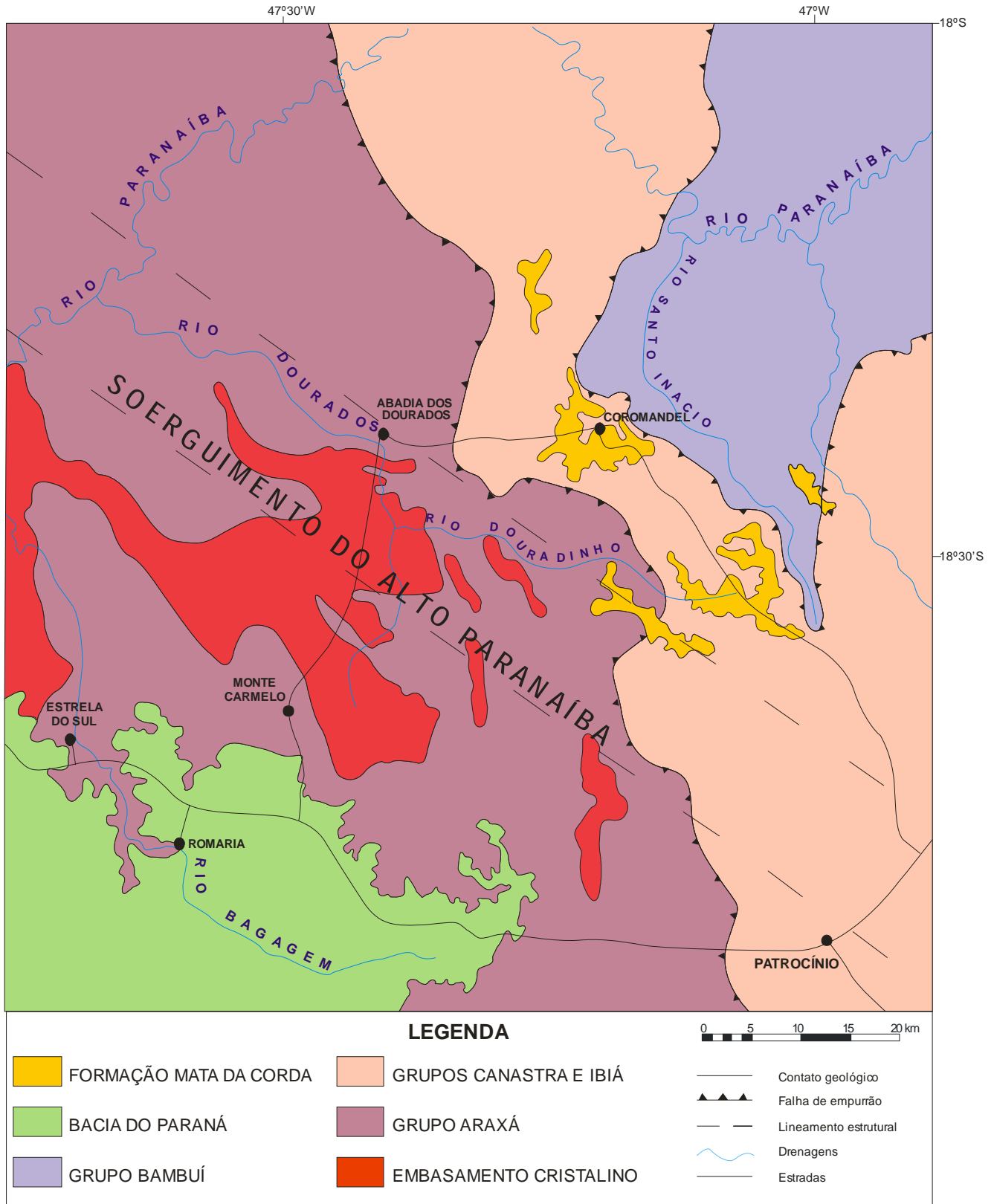


Figura 14: Mapa geológico da região da Província Diamantífera Alto Paranaíba. Modificado de Barbosa *et al.* (1970).

Grupo Ibiá

O Grupo Ibiá (Barbosa *et al.* 1970), é normalmente considerada como mais nova que o Grupo Canastra. Na região de Coromandel, entretanto, a situação tectônica peculiar desta unidade, “embutida” entre os grupos Araxá e Canastra, não permite qualquer definição quanto ao seu posicionamento estratigráfico. Além disto, a presença de “lascas” de material idêntico ao do Grupo Ibiá, dentro do Grupo Araxá, permite uma associação das duas unidades, pelo menos localmente. Esta unidade aflora na área como uma faixa de direção aproximadamente NW-SE, interceptada a oeste de Coromandel pela Formação Capacete. As rochas presentes incluem filitos amarelo-esverdeados, micro-dobrados, localmente com níveis ferruginosos, e clorita-muscovita xistos esverdeados com “núcleos” de carbonato envolvidos pela xistosidade (Barbosa *et al.* 1970).

É conflitante a situação do ambiente de sedimentação do Grupo Ibiá. Barbosa *et al.* (1970) admitem que são sedimentos marinhos, enquanto Dardenne *et al.* (1978), correlacionam a unidade ao horizonte glacial “Jequitaí-Macaúbas”, presente na borda ocidental do Cráton São Francisco. De outra forma, Ferrari (1981) associa a Formação Ibiá a metavulcanitos de composição andesítica. Na região de Coromandel em si em direção a sul, não ocorrem os meta-paraconglomerados de matriz carbonática, de origem glacial atribuída por Dardenne *et al.* (1978), limitando assim este tipo de ambiente.

Grupo Canastra

Esta sequência metapsamítica, está representada aproximadamente nas regiões central e oeste da área. Na parte sul da região mapeada, o Grupo Canastra apresenta um *trend* NW-SE que, porém, na porção norte da mesma, inflete-se para N-S (Barbosa *et al.* 1970). Existem duas sub-unidades, mapeáveis na escala utilizada, no âmbito do Grupo Canastra. A primeira, constituída por filitos cinza-esverdeados, predomina na área de estudo, e outra, composta de quartzitos finos, ocorre intercalada à outra, em sua porção basal.

Os filitos, de coloração cinza ou levemente esverdeada, apresentam intercalações de meta-ritmito com níveis de granulometria silte (esverdeados) e níveis argilosos (esbranquiçados). Este bandejamento composicional revela que o acamamento é paralelo à foliação principal, orientada entre N10W-N20E, com mergulhos fortes para NW ou SW. Os filitos apresentam ainda clivagem ardosiana e de fratura, tornando-se mais “xistosos” e crenulados nas partes mais próximas do contato, tectônico, com o Grupo Bambuí.

Localmente, ocorrem intercalações centimétricas de quartzito micácio e/ou ferruginoso. Dobras em *chevron* estão presentes na sub-unidade, mostrando vergência para NE (nos níveis metapelíticos). Nos níveis quartzíticos, as dobras são mais suaves e abertas, com eixo N-S e caimento suave para sul.

Na estrada em direção ao rio Santo Inácio, próximo à ponte com o córrego Buriti, ocorrem blocos de metaconglomerado polimítico, com seixos milimétricos à centimétricos de quartzo e quartzito (Barbosa *et al.* 1970). Estruturas primárias marcantes em quartzitos, como marcas onduladas e estratos cruzados, não foram observadas, indicando que a deformação foi intensa. Por este motivo, torna-se impossível estimar a espessura da sequência, certamente superior a 1.000 m. O ambiente de sedimentação mais provável para o Grupo Canastra é o marinho raso, a nível regional, mas a sub-unidade metapelítica presente na área indica que devem existir porções mais profundas da bacia (Barbosa *et al.* 1970).

Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí aflora em extensa área dominando toda parte central e leste da região de Coromandel. Litologicamente constitui-se de calcários dolomíticos de coloração acinzentada, localmente ricos em estruturas estromatolíticas. Estas mostram feições arredondadas (em planta) de aproximadamente 3 cm de diâmetro. São poucos os afloramentos do Grupo Bambuí na região, sendo a maioria destes observados em lavras de calcário aí existentes. Nos cortes das lavras, são encontrados níveis de metassilito, com até 5 m de espessura, intercalados aos calcários. Afloramentos esparsos, bastante alterados, de metassilitos, ocorrem em toda área de distribuição da sequência. Desta forma, acredita-se que os calcários constituem grandes lentes no interior do pacote metapelítico. A sedimentação do Grupo Bambuí ocorreu em mares fechados não muito profundos (mares epicontinentais), conforme corroborado pelas litologias e estruturas presentes na área (Dardenne 1978).

Grupo Mata da Corda

Este grupo, representado por sua Formação Capacete (Rimann 1917), aflora na parte mais alta da chapada que domina a sede do município de Coromandel, e em pequenas “manchas” a sudeste da exposição principal, na chamada “serra” das Mesas. Recobre em discordância angular e erosiva a Formação Ibiá e o Grupo Canastra. Na porção basal da unidade, ocorre um conglomerado polimítico de até 1 m de espessura. A matriz é argilosa, de

coloração esverdeada, com clastos arredondados de quartzo, quartzito, xisto e filito. Estudo de minerais pesados de material recolhido da matriz, indicou a presença de magnetita (50%), perovskita (25%), magnetita martitizada (20%) e ilmenita (5%), denotando a proveniência a partir de produtos de vulcanismo alcalino e ultrabásico.

Estratigraficamente acima dos conglomerados, aparecem arenitos esverdeados, com estratos de espessura entre 20 e 30 cm em média, e granulometria média. Intercalam-se a estes, argilitos vermelhos e esbranquiçados, de espessura decimétrica. A espessura total da unidade pode ser estimada, na área de estudo, em aproximadamente 40 m (espessura mínima, já que o topo está erodido), conforme definido no morro situado logo a sudeste da cidade de Coromandel. A sedimentação desses depósitos deve ter ocorrido em pequenos leques aluviais torrenciais, conforme as feições erosivas observadas entre os conglomerados e nos filitos do Grupo Canastra subjacentes. Tais depósitos são típicos de clima semi-árido e provavelmente são contemporâneos do magmatismo alcalino-ultrabásico-kimberlítico. O conglomerado basal da unidade provavelmente é diamantífero (Barbosa *et al.* 1970).

A sequência como um todo, está coberta por um estreito, mas resistente nível de laterita ferruginosa e/ou solo aluvionar argiloso avermelhado (Terciário?), que sustenta os topos das superfícies mais altas e são recortados, nos bordos, pela erosão.

Sedimentos Recentes

Os depósitos aluvionares, de idade quaternária, ocorrem na região de Coromandel principalmente ao longo do curso do rio Santo Inácio. Revestem-se de importância econômica, pois são sempre diamantíferos e ainda pouco explorados. Constituem-se de areia e pouca argila, com um cascalho basal formado principalmente por seixos de quartzo, quartzito e sílex. Os minerais “acompanhantes” do diamante no rio Santo Inácio, conforme observado no Garimpo da Charneca, são ilmenita (80%), opacos diversos (10%), magnetita (5%) e o restante contendo zircão (às vezes, mais que 2%), turmalina, estauroлита, cianita, monazita e piropo, indicando origem mista de rochas xistosas e de possíveis *pipes* ultrabásicos. Grandes diamantes já foram aí encontrados, com 400, 228, 141, 105 e 92 ct. A espessura do cascalho varia entre 0,2 e 2,0 m, onde o capeamento arenoso pode alcançar até 8 m (Barbosa *et al.* 1970). Na área da Fazenda Vargem, Svisero *et al.* (1986) mencionam uma espessura de 3 m para esses depósitos.

5.3.2 - Depósitos Diamantíferos

Os depósitos portadores de diamantes na região da Província do Alto Paranaíba correspondem a rochas kimberlíticas, conglomerados cretácicos e sedimentos colúvio-aluvionares recentes.

Kimberlitos

A ocorrência de kimberlitos é bastante disseminada por toda a região da Província do Alto Paranaíba. Diversos desses corpos já foram alvo de pesquisas por empresas mineradoras, que ainda hoje são proprietárias dos direitos minerários de muitos destes, cujos resultados entretanto não são divulgados. Entre esses corpos, destaca-se o Kimberlito Régis (Foto 6), localizado na Fazenda Abel Régis, município de Carmo do Paranaíba. Seus direitos minerários pertencem à companhia canadense Brazilian Diamonds - SAMSUL Mineração, e informações obtidas *in locu* ressaltam a presença de diamantes em seus depósitos superficiais.

De acordo com Cookenboo *et al.* (2006), o Kimberlito Régis é um corpo complexo de cratera multifase de porte muito grande (>120 ha em superfície). O kimberlito foi descoberto em meados dos anos 1970, intrudindo filitos e metassiltitos do Grupo Bambuí, do Neoproterozóico. Embora os diamantes tenham sido alegadamente minerados em uma pequena porção do corpo por garimpeiros, uma amostragem de 1.200 m³, a maior parte na porção exposta em uma das margens do corpo não resultou em diamantes.

Considerado um dos maiores kimberlitos de todo país, em área superficial, ressalta-se que tal dimensão é incomum para kimberlitos, assemelhando-se bem mais à de intrusões de natureza lamproítica. O kimberlito foi objeto de pesquisa pela SAMSUL Mineração e os resultados preliminares mostraram que é um corpo fértil. Informações adicionais são mantidas em sigilo, portanto não é possível concluir se o mesmo é economicamente viável à exploração. Entretanto, na atualidade as pesquisas exploratórias encontram-se paralisadas.

Ainda segundo Cookenboo *et al.* (2006), uma reavaliação do kimberlito foi retomada devido à química favorável dos minerais indicadores, considerada comparável ao do kimberlito diamantífero Canastra-1 e de outros corpos diamantíferos da Faixa de Dobramentos Brasília. Esta fase de reavaliação integrou-se de mapeamento detalhado da superfície, análises de minerais indicadores, perfurações a trado e geofísica. Um corpo central

em forma de *pipe*, previamente não testado e com indicadores de química mineral favorável, foi interpretado a partir desses dados integrados.



Foto 6: Afloramento do Kimberlito Régis, onde nota-se o solo com coloração esverdeada devido ao avançado estágio de alteração. Autor: P.R. Secco.

A geofísica aplicada à intrusão incluiu 19,0 km de linha de superfície magnética, 4,0 km de linha de CSMAT (*controlled source audio frequency magneto-tellurics*) e 0,5 km de linha de GPR (*ground penetrating radar*). Os dados da modelagem tridimensional do terreno sugerem uma fonte principal de susceptibilidade magnética na parte central do corpo. O corpo, interpretado magneticamente tem a forma de *pipe* com seu topo a 140 m e a base a 800 m, mergulhando abruptamente para nordeste. Os dados de CSAMT revelam uma condutividade coincidente do corpo que se estende, pelo menos, por várias centenas de metros de profundidade. As linhas de GPR apontam para uma cratera central sobrejacente ao centro magnético e condutivo do corpo (Cookenboo *et al.* 2006).

Conforme tais autores, mapeamento geológico e química de minerais indicadores recuperados a partir de amostras de afloramento e de 37 furos de trado, foram utilizados para definir a assinatura geoquímica das diferentes fácies da intrusão. A partir desse trabalho de superfície, foram identificadas diferentes unidades intrusivas, compreendendo kimberlitos de fácies cratera (kimberlito piroclástico vulcanoclástico e kimberlito vulcanoclástico ressedimentado) com intercalações de tufos e brechas vulcânicas.

Em termos mineralógicos, os dados apontaram para, pelo menos, duas amostragens distintas de manto no complexo. Granadas piropo de alto interesse químico, Cr-diopsídio e cromita sugerem amostragem no campo de estabilidade do diamante, ao longo de uma geoterma regional favorável a kimberlitos diamantíferos. Cr-diopsídios analisados parecem incluir uma população de alta temperatura, apoiando a idéia de que o magma que formou o “complexo” Régis evoluiu para composições menos prospectivas ao longo do tempo durante o seu *emplacement*. Os Cr-piropos mostram uma tendência principal a Iherzolito, estendendo-se a elevadas concentrações de Cr. Há um pequeno número de granadas G10 moderadamente ricas em Cr e ligeiramente sub-cálcicas, semelhante ao que ocorre no kimberlito Canastra-1. Além disso, ressaltou-se uma população interessante de granadas eclogíticas também indicando composições no campo do diamante (Cookenboo *et al.* 2006).

Conglomerados Cretácicos

Os conglomerados “tufáceos” que afloram na região são atribuídos à fácies Capacete, uma unidade da Formação Mata da Corda, que aflora quase continuamente em direção norte, compondo os largos chapadões da “Serra Geral de Goiás”, até o sul dos estados do Maranhão e Piauí (onde os conglomerados são também, localmente, diamantíferos). Na Mina de Água Suja (Romaria), do outro lado do Arco da Canastra, conglomerados semelhantes são lavrados desde o século passado.

Segundo Barcelos (1989) os conglomerados são de idade cretácica superior, mais precisamente reportados ao Campaniano, entre 83 e 65 Ma. Os kimberlitos têm provável idade em torno de 80 Ma correspondente às grandes intrusões ultrabásicas e alcalinas, como Araxá, Tapira e Catalão. Evidencia-se então a associação entre magmatitos e conglomerados, principalmente ao se considerar as condições tectônicas que, com o soergimento da área fonte, permitiu a deposição de leques aluviais e outros depósitos típicos de clima semi-árido.

No Distrito de Coromandel, conglomerados afloram nas cabeceiras dos rios Douradinho, Santo Inácio, Santo Antônio do Bonito e Santo Antônio das Minas Vermelhas, todos diamantíferos e fontes de grandes pedras. Podem alcançar até 10 m de espessura (a nordeste do povoado de Pântano, ao norte da área em foco), mas normalmente esses corpos não ultrapassam 2 m. Dentre os minerais pesados presentes na matriz, citam-se perovskita, magnetita, ilmenita e piropo (predominantes e indicando origem magmática), além de cianita, estauroлита, rutilo, zircão, almandina e turmalina, comuns nas sequências xistosas regionais.

O conglomerado Capacete provavelmente provocou o espalhamento dos produtos do magmatismo alcalino-ultrabásico-kimberlítico por extensa região. A extensão de afloramentos desta rocha, de Coromandel para norte, é da ordem de 200 km. Existem áreas onde o capeamento reduzido permitiria uma recuperação em lavra mecanizada. Na área, a escassez de água nos chapadões, poderia ser resolvida com a canalização a partir do rio Santo Inácio, em regos acompanhando as curvas de nível. Ressalta-se que nem todos os conglomerados devem ser diamantíferos ou possuir teores semelhantes, pois estes devem variar em função de suas respectivas áreas fontes.

Aluviões e Terraços Aluvionares

O diamante, classicamente extraído de depósitos aluvionares no Distrito de Coromandel, é o mineral que mais forte influência social tem exercido na região. A sua extensa distribuição, os métodos relativamente fáceis de lavra, aliados à possibilidade de um rápido enriquecimento, mantêm sempre uma considerável parcela da população ocupada, direta ou indiretamente, nos serviços de garimpagem. Segundo Barbosa *et al.* (1970) tais serviços são feitos preferencialmente nas épocas secas (maio-setembro), devido à precariedade dos serviços executados. Os principais métodos de lavra empregado na região, são: (1) desvio do rio, ou “viradas” - executados apenas nas épocas de seca, geralmente nas curvas do rio, abrindo-se um canal no lado côncavo e construindo-se barragens rústicas de pau, terra e sacos de areia, de modo a permitir a remoção de cascalho do leito; (2) catas - para os garimpos manuais fora do leito do rio, nos barrancos e terraços (conhecidos como grupiaras ou monchões), consistindo em escavações irregulares de alguns metros, até se atingir o cascalho.

De acordo com a Fundação João Pinheiro (2002), na atualidade ocorrem na região três categorias distintas de garimpo: garimpo manual, trabalhos com jigüe e balsa de garimpo.

Considera-se o garimpeiro manual aquele que tem por profissão a extração de diamantes e exerce essa extração de forma manual, sem o auxílio direto de maquinários, através de instrumentos manuais (Foto 7). Parte dos garimpeiros manuais contrata serviços de trator ou retroescavadeira para alcançar as catas, quando estas se encontram em profundidade maior em relação ao solo. A partir dessa etapa, o restante do serviço é feito manualmente. Em complementação aos garimpeiros manuais estão os faiscadores. Estes, distinguem-se dos garimpeiros por não exercer a atividade de forma profissional, e sim de maneira eventual, complementar e temporária, apenas em certas épocas do ano.



Foto 7: Garimpo manual no rio Santo Inácio, nas imediações de Coromandel.

Para a extração do cascalho, os garimpeiros utilizam ferramentas rudimentares e conhecidas: pá, picareta, enxada, enxadão e carrinho de mão. Para lavar o cascalho, utilizam lavadeiras, espécies de tanques fechados, com dimensões de 1m de largura, 1,50m de comprimento e 0,60m de profundidade, e peneira. A estimativa de produtividade calculada em capacidade média individual de lavar até 12 carrinhos/dia, que corresponde a, aproximadamente, 1m³ de cascalho.

Primeiramente a vegetação e o solo são removidos e estocados por perto. A camada de cascalho diamantífero é retirada e estocada, para ser posteriormente transportada até a lavadeira. Nesta, encontra-se o cascalho não-lavado, reservado nas proximidades do tanque, e as pilhas de cascalho lavado lançadas por perto, muitas vezes dentro do próprio buraco aberto, resultante da extração. O garimpeiro lava o cascalho na peneira dentro da lavadeira, onde fica o rejeito de lama (Foto 8). Esse é lançado de volta às catas junto com o cascalho, a cada vez que a lavadeira é esvaziada e limpa, evitando sua chegada aos cursos hídricos. O momento final do processo é a virada da peneira e da apuração (Foto 9).



Foto 8: Garimpeiro lavando o cascalho dentro de uma “lavadeira”.



Foto 9: Virada de peneira para apuração.

O jigue é um equipamento mecânico de médio ou grande porte, que precisa ser adequadamente instalado para funcionar segundo seu objetivo: lavagem de cascalho a baixo custo (Foto 10). O dimensionamento de sua produção é função dos equipamentos que extrairão e transportarão o material a ser lavado e, posteriormente, irão levá-lo de volta até local de deposição final. O transporte do equipamento é oneroso, e sua instalação requer base sólida para assentamento e energia elétrica para acionar o abastecimento de água e as pulsações. Demanda equipamentos de lavra movidos a óleo diesel e um motor possante para movimentar a peneira.

O trabalho inicial de remover cascalho é realizado por pá mecânica, que extrai e carrega o material para transporte. Para que seja econômica, ela precisará de equipamentos: vários caminhões, para acompanhar sua produção, transportando cascalho entre a mina e o jigue; peneira vibratória com capacidade de peneiramento 400m^3 , que corresponde a um equipamento com peso de 800 a 1.000kg – evidenciando um equipamento de grande porte, que consome entre 20 e 25CV, para lavar 240m^3 de cascalho/dia, considerando os descartes; para acompanhar a produtividade da peneira, oito jigues convencionais, com 1m^2 de boca, que pode lavar até $30\text{m}^3/\text{dia}$.

Nota-se que a economicidade de um trabalho como esse impõe intervenção sobre grandes áreas e disponibilidade do conjunto de equipamentos ou sua partilha. A média de lavagem dos jigues em Coromandel é de $30\text{m}^3/\text{dia}$ de cascalho, inferior à capacidade operacional da pá carregadeira, por exemplo. Observa-se, no entanto, que mesmo com a produção inferior à capacidade do equipamento, os depósitos de estéril desenvolvidos nas proximidades dos rios, sem técnica de deposição controlada, ameaçam sua segurança no período chuvoso, visto não apresentarem condição de estabilidade nem drenagem pluvial. As bacias de contenção de lama são construídas sem projeto, fato irregular, frente ao seu porte. Cada garimpeiro lava, em média, por dia, 12 carrinhos-de-mão de cascalho. Os equipamentos pesados podem lavar 17 caminhões/dia de cascalho, intervindo sobre grandes áreas.

Na extração de diamantes no leito do rio através de balsas (Foto 11), o cascalho é removido do rio, por sucção, com o uso de uma válvula e de um mangote operado por um mergulhador escafandrista, que remove as pedras maiores que a boca da válvula com as mãos e conduz o mangote pela área que deseja explorar. O motor e a bica canadense são instalados no interior das balsas (Foto 12), assim como a cozinha e os dormitórios. Um homem munido de escafandro mergulha com a mangueira d'água e faz o desmonte hidráulico, succionando o cascalho, que é enviado para o jigue (Foto 12). Outro homem opera o jigue, na balsa, e atende demandas do mergulhador a partir de um conjunto de sinais, utilizando a mangueira. A

capacidade média de lavagem de cascalho é de 30m³/dia. A calha canadense deixa dúvidas quanto a capacidade de retenção, especialmente de pedras maiores, que não são retidas.



Foto 10: Caminhão depositando cascalho em um jigue (rio Santo Inácio).



Foto 11: Balsa de garimpo no rio Dourados.

Depois do rio Bagagem (este no Distrito de Romaria-Estrela do Sul), o rio Santo Inácio é o mais trabalhado na Província do Alto Paranaíba, porém seus depósitos são mais volumosos e provavelmente mais ricos. Este rio nasce na Chapada dos Araújos, localizada a sudeste do município. É formado a partir de dois cursos principais, tributários da margem direita, os córregos Manuel e Taboão, e o córrego da Lobeira pela margem esquerda. O Santo Inácio formou uma área de quase 25.000 km² de aluviões, a maioria na sua porção inferior, quando ocorre sobre metassiltitos e calcários no Grupo Bambuí.



Foto 12: Jigue em funcionamento na parte interna da balsa de garimpo.

No seu médio curso recebe contribuição importante do córrego Buritis, de onde é captada a água de abastecimento público da cidade, e o córrego Coromandel que drena o centro urbano. No baixo curso recebe ainda a contribuição dos córregos da Fábrica, do Barbeiro e do Riacho, desaguando diretamente no rio Paranaíba. O acesso ao alto curso do rio Santo Inácio dá-se a partir da estrada que liga Coromandel a Patrocínio, tomando-se a esquerda na altura do km-30 dessa rodovia. Aí existem alguns garimpos importantes no

contexto local, alguns manuais e outros serviços mecânicos. Jigues e garimpos manuais convivem lado a lado, destacando-se no alto curso serviços com jigues, que executam trabalhos de grande porte, com remoção de cascalho com equipamentos pesados, transporte até o jigue e apuração (Fundação João Pinheiro 2002).

Os garimpos da Fazenda Vargem e, principalmente, o da “Charneca” quando em atividade, produzem regularmente uma boa quantidade de pedras, mas os teores são mal conhecidos (em média, devem estar abaixo de 0,1 ct/m³). Grandes diamantes já foram descobertos no rio Santo Inácio.

O rio Douradinho nasce na porção sul do município de Coromandel e corre sobre micaxistos (Grupo Araxá), a sudoeste da área, formou aluviões de pequeno porte, estreitos e descontínuos. Este rio é tradicional na exploração de diamantes, guardando muitos garimpos ao longo do seu curso. Especialmente em seu médio e baixo curso, concentram-se os maiores garimpos da bacia, como os de Dr. Petrônio, Chagas, Douradinho, Vicente Borges, Zé Marianinho, Zé Caetano e Varjão. Nas proximidades da vila de Douradinho, já foi encontrada uma pedra com 407,6 ct (“Presidente Dutra”). Os acompanhantes do diamante neste rio, são: perovskita, piropo, zircão, ilmenita, “favas” fosfatadas e titanadas, safira, rutilo, estauroлита, magnetita e cianita (Barbosa *et al.* 1970), sendo que ilmenita (magnesiana) e piropo podem ter relação com chaminés kimberlíticas.

Outro importante rio diamantífero do Distrito de Coromandel é o Santo Antônio do Bonito de onde saíram os maiores diamantes brasileiros, dentre eles o “Presidente Vargas”, na época o quarto maior do mundo (Reis 1959). Este rio tem suas cabeceiras localizadas na Chapada dos Araújos, situada a leste do município. Suas principais drenagens formadoras correspondem aos ribeirões Santo Antônio das Minas Vermelhas, Santo Antônio e Lajes. Existem muitos garimpos e minas na bacia, famosa pela ocorrência de grandes diamantes, sendo o Getúlio Vargas, o maior de todos, com 712ct. Os garimpos nessa bacia desenvolvem intervenções sobre grandes áreas, de cascalho profundo, observam-se tanto garimpos manuais como jigues.

O local denominado Santo Antônio das Minas Vermelhas caracteriza-se por um garimpo manual e uma grande intervenção de extração e lavagem de cascalho por jigue. A atividade é realizada com máquinas e equipamentos pesados, por 3 pessoas. O jigue tem capacidade para lavar 65 m³/dia de cascalho, o que impõe 13 viagens/dia de caminhão de 5 m³ (Fundação João Pinheiro 2002).

A bacia do rio Preto se localiza a oeste do território municipal, drenando diretamente no rio Dourado. O rio Dourado nasce em Patrocínio, a sul do município de

Coromandel, correndo no sentido sul/oeste/norte. Nessa bacia, existem garimpos manuais e jigues. O garimpo do Açafrão, artesanal, situa-se em ambas as margens do rio Preto e trabalhos com jigues vêm se implantando na bacia. Merecem destaque o tamanho das áreas de intervenção – grandes áreas, a lavagem de grandes volumes de cascalho. O rio da Forca drena diretamente para o rio Dourados, na porção oeste do município, onde são encontrados pequenos garimpos manuais e transitórios, assim como garimpos maiores e serviços implementados utilizando jigues.

O rio Paranaíba, que recebe as águas de todos os rios anteriormente descritos é também diamantífero, mas muito pouco trabalhado devido ao maior volume de suas águas. Os principais garimpos, Gamela e Figueira, estão a jusante das barras dos rios Santo Inácio e Santo Antônio das Minas Vermelhas, respectivamente. O córrego do Bonito, que corre a nordeste da área e não corta a sequência cretácica, segundo os garimpeiros não é diamantífero.

5.3.3 - Aspectos Econômicos

Dezenas de corpos kimberlíticos foram pesquisados e considerados estéreis, ou com resultados não divulgados até então. Os conglomerados do Cretáceo Superior (Grupo Mata da Corda), são compostos por clastos metassedimentares e material piroclástico com abundantes fases minerais, incluindo os diamantes. O principal local onde tais sedimentos foram lavrados é a Mina de Romaria, atualmente abandonada, próxima ao município de Romaria, com teores médios de 0,30 ct/m³. Na região de Coromandel, a maioria dos garimpos desenvolve-se nas planícies aluvionares dos rios e córregos, atuais ou em antigos leitos. Os conglomerados correlatos são lavrados em diversos locais, mas devido aos baixos teores e falta de água (estão localizados em porções de planaltos elevadas) são decrescentes os serviços.

O município de Coromandel é drenado pelos rios Douradinho, Santo Inácio, Santo Antônio do Bonito, Preto, da Estiva, da Forca e Verde. Os primeiro, o quarto e o sexto são afluentes do rio Dourados, os demais, do rio Paranaíba, do qual o rio Dourados também é contribuinte. Com abundância de leitos de rios, ribeirões e córregos, o garimpo de diamantes é atividade de destaque, que emprega uma boa parcela da população estimada em torno de 3.000 garimpeiros atuando no mercado de trabalho informal. Segundo informações da Prefeitura: “Não existe como realizar um levantamento de dados de produção desta atividade em razão de sua informalidade e da evasão de divisas. A venda de diamantes é realizada sem

controle. O reflexo dessa produção se vê, em alguns casos, na aquisição de bens imóveis e na construção civil. As pedras normalmente são vendidas para compradores de outras localidades e até do exterior. Muitas vezes, intermediários ficam com boa parte do lucro”.

Depósitos aluviais recentes são restritos a drenagens de maior porte, como as dos rios Paranaíba, Bagagem, Santo Inácio, Santo Antônio e Douradinho, todos extensivamente lavrados desde o início do século retrasado. Os depósitos fanglomeráticos atualmente lavrados localizados em entorno de vales e de grandes drenagens, são compostos por detritos angulosos, cascalhos de granulação grossa com matriz argilosa, onde os grandes cristais de diamantes são relatados. Estimativas oficiosas indicam que a região já foi responsável por uma produção de 5.000 ct de diamantes por ano, no Distrito de Coromandel, aproximadamente igual a produção do Distrito de Romaria-Estrela do Sul. Atualmente toda a produção é proveniente de garimpos ou de pequenas lavras em depósitos coluvionares e aluvionares recentes, quase sempre clandestinos.

Segundo dados da Fundação João Pinheiro (2002), de um total de 218 entrevistados sobre o achado de pedras na região de Coromandel, 35,3% (77 garimpeiros) não forneceram a informação; 14,6% (32 garimpeiros) não acharam nenhuma pedra; e 52,3% (114 garimpeiros) acharam pedras e informaram os seus achados. Foi informado um total de 315 pedras, de tamanhos variados. A bacia hidrográfica mais produtiva foi a do rio Douradinho. A maior relação de pedras/garimpeiro-informante foi na bacia do rio Paranaíba, onde 16 informantes acharam 75 pedras, numa relação de 4,68 pedras/garimpeiro-informante. A relação geral da pesquisa é de 2,76 pedras/garimpeiro-informante.

Observa-se que, conforme as informações colhidas, na região de Coromandel o garimpo é uma atividade contínua, que se estende por todo o ano. O período aparentemente mais produtivo foi o inverno – junho, julho e agosto. Porém, muitas descobertas foram descritas sem especificar a época em que ocorreram. De toda forma, foram informados, na maioria dos casos, os tamanhos das pedras achadas. Ocorreram grandes diamantes no Santo Inácio na primavera (100 ct), no Douradinho no outono (42 ct) e no Paranaíba, em período não definido (80 ct). Observa-se que é constante o achado de pedras, mesmo que de tamanhos pequenos – “xibiu”, no jargão do garimpo – durante o ano todo. Perguntou-se então ao garimpeiro se ele já “bamburrou”. Esse termo corresponde ao achado de uma pedra de grande valor e, dos 218 entrevistados, 13 (6%) já teriam “bamburrado”. Como se estes tivessem ganhado a loteria. Novamente as bacias do Paranaíba e Santo Inácio foram as mais produtivas, acompanhadas da bacia do Santo Antônio (Fundação João Pinheiro 2002).

Em janeiro de 2002 a organização da Cooperativa dos Garimpeiros de Coromandel

(COOPERGAC) foi reativada. Essa cooperativa já havia sido ativada há alguns anos e não logrou êxitos, tendo gerado desconfianças em torno da utilização de recursos arrecadados. Essa cooperativa se tornou, em dezembro de 2008, a primeira cooperativa do setor legalizada do Estado. A regularização junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), vinculado ao Ministério das Minas e Energia, e a CODEMIG, fez com que a cooperativa se tornasse apta a exportar diamantes. Após a emissão do CPK, a primeira exportação, no valor de US\$ 350 mil, foi realizada no fim de 2008, para a Bélgica, país que mais importa diamantes brasileiros. Até então acreditava-se que uma cooperativa de garimpeiros jamais seria capaz de tal façanha, contudo, atualmente existem boas expectativas em torno do assunto.

5.4 – PROVÍNCIA SERRA DA CANASTRA

A Província da Serra da Canastra envolve principalmente a região da serra homônima, localizada no sul-sudoeste de Minas Gerais, sustentada por metassedimentos mesoproterozóicos(?) do Grupo Canastra (Figura 15). Essa região foi palco, no Cretáceo Inferior, de importante evento magmático básico-ultrabásico, ao qual se associam numerosas intrusões kimberlíticas. Tal província reúne dois distritos diamantíferos, ora designados de Alto São Francisco e Médio Rio Grande. Essa terminologia vem substituir à proposta por Penha *et al.* (2000), quando foram reconhecidas duas províncias distintas, “Serra da Canastra” e “Franca”, por se considerá-las de dimensões muito reduzidas e extremamente próximas, além de estarem situadas sobre um contexto geológico-geotectônico semelhante, não justificando assim suas existências com significado metalogenético. A Província Serra da Canastra se ressalta ainda no contexto geoeconômico do diamante no Brasil, por abranger a primeira reserva legal protocolada em uma rocha-fonte primária, no kimberlito Canastra-1 (município de São Roque de Minas), bem como um outro corpo próximo, o kimberlito Canastra-8 (município de Delfinópolis), com grande potencial de aproveitamento econômico imediato.

5.4.1 - Distrito do Alto São Francisco

O distrito diamantífero do Alto São Francisco equivale, quase sem restrições, à “Região Diamantífera Serra da Canastra” conforme a designação de Penha *et al.* (2000), que reconheceram a mesma com um significado geográfico-geológico de uma província

metalogenética. Além disso, a designação “Alto São Francisco” foi alcunhada, embora somente com conotação geográfica, por Barbosa *et al.* (1970), o primeiro trabalho a envolver com maior detalhe toda a região. Nesse distrito, são reconhecidas diversas áreas diamantíferas onde a produção foi sempre baseada em depósitos aluvionares, destacando-se as de Vargem Bonita e do rio Samburá, na própria bacia do São Francisco, bem como três outras, no rio Santo Antônio, bacia do rio Grande (Delfinópolis), e no alto rio Quebra-Anzol e seu afluente rio Misericórdia (Ibiá), pertencentes à bacia do rio Paranaíba.

O rio São Francisco nasce em cotas próximas a 1.350 m de altitude, na Serra da Canastra, vindo a constituir uma extensa bacia hidrográfica (640.000 km²) que abrange grande parte do Estado de Minas Gerais. No local denominado Casca d’Anta, a cerca de 20 km de sua nascente, uma cachoeira com 200 m de altura marca o maior desnível do rio, que a partir de tal ponto desenvolve o seu médio curso. A ocorrência de diamantes nessa região foi assinalada em 1920, pelo garimpeiro baiano José Zeferino Ferreira (Barbosa 1991). Somente a partir de 1936, porém, deu-se início a garimpagem no local, onde nos anos subsequentes chegaram a trabalhar cerca de 5.000 garimpeiros, o que propiciou o surgimento da povoação de Vargem Bonita, alçada à categoria de município em 1953.

5.4.1.1 - Contexto Geológico

A região do Alto São Francisco situa-se na porção terminal sul da Faixa de Dobramentos Brasília, que circunda a oeste e sudoeste o Cráton do São Francisco, nas proximidades à junção com a Faixa de Dobramentos Alto Rio Grande, circundante ao cráton a sul e sudeste. Nessa região, configura-se um complexo arranjo estrutural, de modo que o comportamento estratigráfico entre as diversas unidades geológicas ainda não se encontra bem estabelecido. Relacionam-se as seguir essas unidades (Figura 15), com base no mapa geológico de Minas Gerais (Heineck *et al.* 2003).

A Serra da Canastra é formada predominantemente pelos metassedimentos do Grupo Canastra (Figura 15). Lamago (1935) fez o primeiro esboço dessa unidade, ao identificar os quartzitos estruturados em amplas anticlinais sobre “schistos phylladeanos”, então relacionados à Série Minas. Barbosa (1955) denominou a sequência de Formação Canastra, posteriormente elevando-a às categorias de série e grupo (Barbosa, 1967; Barbosa *et al.* 1970). Os quartzitos são predominantes, de coloração branca e granulação fina, com intercalações métricas locais de filitos sericíticos. A presença conspícua de mica (sericita) confere aos quartzitos um aspecto geral placóide, realçado pela erosão diferencial. Os xistos

são variados em termos composicionais, incluindo sericita-quartzoxistos, quartzoxistos, grafitaxistos e, localmente, cloritaxistos. Heineck *et al.* (2003) consideram tais rochas como de idade mesoproterozóica, embora datações absolutas ainda sejam necessárias.

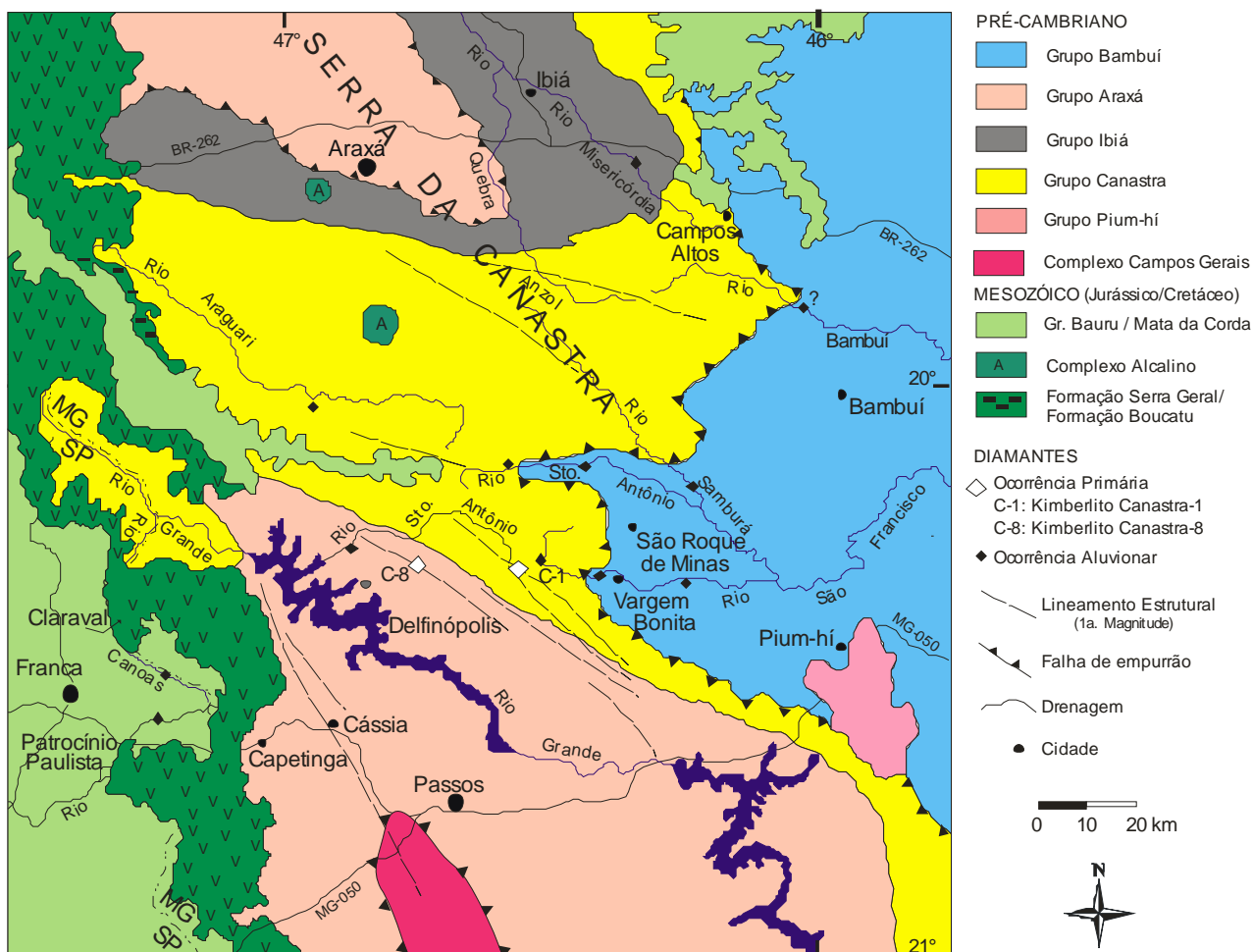


Figura 15: Mapa geológico da região da Província Diamantífera da Serra da Canastra. Modificado de Heineck *et al.* (2003).

Grupo Araxá

O Grupo Araxá, definido por Barbosa *et al.* (1970), representa uma pílha vulcanossedimentar metamorfisada desde a fácies xisto-verde à fácies anfíbolito. Na região em questão ocorrem xistos granatíferos, muscovita quartzitos, anfíbolitos e biotita-gnaisses finos (Chaves *et al.* 2008a). Rochas deste tipo ocorrem a sul da Serra da Canastra e encontram-se deformadas pela tectônica transcorrente do Sistema Campo do Meio que limita as faixas Brasília e Alto Rio Grande.

Grupo Canastra

Esse grupo constitui-se basicamente de quartzitos predominantes, com filitos e xistos associados (Chaves *et al.* 2008a). Predominam os filitos prateados puramente sericíticos, porém são comuns filitos carbonosos. Esse grupo representa uma mega-sequência regressiva, que tem a sua base marcada por turbiditos areno-argilosos. Sob esses turbiditos depositaram-se areias sob a ação das ondas de tempestades (estratificações cruzadas do tipo *hummocky*). O ciclo regressivo finaliza-se com depósitos de planície de maré, evidenciados por estratificações cruzadas e laminações tipo *flaser*. A Serra da Canastra (NW-SE) é sustentada por espessos pacotes de sericita-quartzito, atingindo altitudes de até 1.300 m.

Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí ocorre a nordeste e leste da Serra da Canastra e constitui-se por argilitos, siltitos, calcários e conglomerados. Os conglomerados matriz-suportados (diamictitos) são interpretados como possíveis sedimentos glácio-terrestres (Barbosa *et al.* 1970). Estes ocorrem em testemunhos localizados ladeados e superpostos por sedimentos pelito-carbonáticos da porção inferior do Grupo Bambuí.

Grupo Bauru

O Grupo Bauru, do Cretáceo Superior e em parte correlacionado ao Grupo Mata da Corda (Etchebehere *et al.* 1991), constitui-se por arenitos e conglomerado basal. Sua ocorrência é restrita na região, limitando-se a pequenos remanescentes nos extensos platôs da porção noroeste da Serra da Canastra.

5.4.1.2 - Depósitos Diamantíferos

Kimberlitos

Intrusões kimberlíticas ocorrem alojadas tectonicamente nas rochas dos Grupos Canastra e Bambuí, provavelmente associadas ao conjunto de falhas de extensão regional de direção NW-SE. Estes corpos intrusivos variam de poucas dezenas a mais de 400 m. de diâmetro, podendo ser alongados como diques e, em geral, ovalados a quase circulares (Chaves *et al.* 2008b).

Macroscopicamente apresentam textura porfirítica, com fenocristais arredondados de olivina bastante serpentizada, granada piropo, cromo diopsídio, ilmenita magnésiana, magnetita, cromo espinélio e flogopita. A matriz constitui-se principalmente por serpentina e outros minerais não identificados por seu alto grau de intemperismo. A rocha comumente apresenta um aspecto argiloso e uma coloração esverdeada com pigmentações de cores variadas.

A constatação de reservas de diamantes economicamente mineráveis no kimberlito Canastra-1 (Foto 13), representa um novo marco histórico na geologia do país (Chaves *et al.* 2008b). Tal fato invalida hipóteses de que os kimberlitos da porção sudoeste de Minas Gerais seriam praticamente estéreis (e.g. Tompkins & Gonzaga 1989), ou de que a totalidade desses poderia estar erodida até níveis críticos, onde a porção mineralizada dos corpos teria sido distribuída para depósitos aluvionares, antigos ou recentes (e.g. Chaves, 1991). Chaves *et al.* (2008a), reporta que o mesmo fato abre novas perspectivas à prospecção de outros corpos na região, bem como pesquisas adicionais em corpos já conhecidos.



Foto 13: Vista da área do empreendimento da Mina Canastra-1 (SAMSUL Mineração).

Segundo Chaves *et al.* (2008a, b), o kimberlito Canastra-1 intrude rochas do Grupo Canastra segundo o *trend* regional de fraturamento (N60° W), compreendendo dois

blows separados um do outro por cerca de 40m. O *blow* NW (Foto14), com teores desprezíveis de diamantes, possui uma forma semicircular com área aproximada de 8.000 m², sendo homogêneo e constituído de uma brecha kimberlítica macrocristica. O outro *blow* (SE), diamantífero, é alongado segundo E-W, e tem dimensões um pouco maiores (10.000 m²); nele ocorre uma mistura de diversas fácies, destacando-se: a) uma brecha kimberlítica macrocristica de contato, de coloração avermelhada com macrocristais de ilmenita predominantes; b) uma brecha kimberlítica macrocristica de coloração verde-escura, com macrocristais de olivina e c) um outro tipo de kimberlito macrocristico, porém com macrocristais (ilmenita e olivina) de menor tamanho. A NW, as fácies presentes parecem indicar características abissais à rocha (zona de raiz), enquanto, na SE, ocorre uma mistura de fácies abissais com fácies de zona de diatrema (menos profundas) (Chaves *et al.* 2008b).



Foto 14: Vista do *blow* NW do kimberlito Canastra-1, ressaltando seu aspecto circular, dado pela quebra na vegetação. Autor: A.C.Girodo.

A curta distância entre os *blows* faz pressupor que ambos se juntem em profundidade, constituindo, apófises de um mesmo corpo. A presença de fácies tão distintas e a forma incomum do *pipe* permitem conjecturar que o *blow* NW seja um braço abortado da

intrusão que, no seu conduto principal (o *blow* SE), teria atingido porções superiores da crosta (conforme modelo esquemático Figura 16).

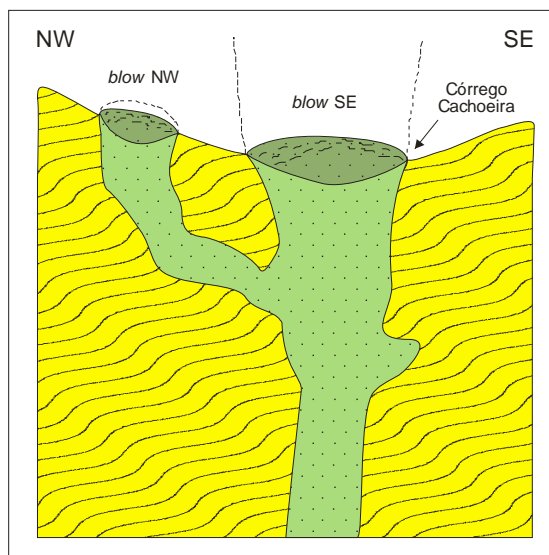


Figura 16: Modelo esquemático da intrusão Canastra-1 em metassedimentos do Grupo Canastra e a possível relação entre os *blows* NW e SE, bem como o prolongamento em direção a níveis crustais superiores proposto para o *blow* SE. Fonte: Chaves *et al.* (2008b).

Na cava principal aberta neste último para detalhamento de reservas e teores, observam-se depósitos superficiais sobre praticamente todo o corpo, excluindo, um pequeno afloramento na margem direita do córrego Cachoeira (Foto 15). Tal cobertura varia entre 2-4 m de espessura, formada principalmente por seixos, blocos e matações angulosos de quartzitos Canastra, deslocados das partes serranas. Logo abaixo a zona intemperizada da intrusão, com 16-18 m de espessura, constitui um típico *yellowground* à semelhança da maioria das intrusões kimberlíticas africanas (Foto 16).

Observa-se a olho nu a ocorrência de granadas com três colorações: laranja, vermelha e violeta (Foto 17). Análises obtidas das três citadas variedades demonstram que inexitem diferenças significativas entre piropos vermelhos e alaranjados. Os conteúdos mais altos em ferro os aproximam da molécula almandina na série isomórfica, enquanto os teores de cromo são muito baixos. De outro modo, em geral os piropos de cor violeta são típicos Cr-piropos e os valores superiores em MgO e inferiores em FeO indicam a maior concentração da molécula piropo na série citada.

Segundo Chaves & Benitez (2007b) os dados disponíveis indicam que as granadas analisadas situam-se nos campos G-1 (vermelhas e alaranjadas) e G-9 (violetas). Entretanto, nenhuma delas situa-se no campo das G-10, com alto teor de Cr₂O₃ e baixo CaO, as quais são

estritamente ligadas a kimberlitos férteis, conforme Dawson & Stephens (1975). Análises fornecidas por Chaves *et al.* (2008a) baseadas em amostragem abrangendo um número maior de indivíduos, caracterizaram uma população de Cr-piropos dominada por um *trend* fortemente lherzolítico, e novamente não revelou nenhum piropo no campo G-10. Ressalta-se, portanto, que tais granadas devem ser muito raras no kimberlito Canastra-1. Cookenboo (2005) apresenta um gráfico onde aparece apenas uma reduzida parcela de piropos G-10 neste corpo, mas deve-se considerar que tal estudo baseou-se no banco de dados da De Beers, e provavelmente relacionou análises de alguns milhares de indivíduos.



Foto 15: Resquícios expostos de afloramento do kimberlito Canastra-1, na área de amostragem da SAMSUL Mineração. Autor: A.C.Girodo.

A ilmenita pode ser considerada como uma ilmenita magnesiana e, embora o mineral seja relativamente depletado em MgO (média de 10%) em relação a kimberlitos sul-africanos, onde pode alcançar valores próximos de 20%, ele se assemelha aos minerais de outras localidades de Minas Gerais. Entretanto os dados de Cr_2O_3 estão bem próximos dos kimberlitos africanos, onde tais valores em geral também não alcançam 1% (Chaves *et al.* 2008b).

O diopsídio, de cor verde-oliva típica tem como principal característica química a depleção em cromo. Baixos valores em Cr_2O_3 são também encontrados em diopsídios

inclusos em diamantes brasileiros, bem como em diversos outros kimberlitos mundiais (Mitchel 1986).



Foto 16: Superfície aflorante do limite entre o *yellowground* e o *blueground*, que agora constitui o topo da intrusão, com os sedimentos coluvionares que antes recobriam o corpo aflorando à meia-encosta.



Foto 17: Detalhe da presença de granadas de diferentes colorações no afloramento do kimberlito Canastra-1. Autor: A.C.Girodo.

Depósitos Aluvionares

Depósitos aluvionares com diamantes ocorrem na região do Alto Rio São Francisco em uma extensão de pelo menos 60 km. Embora em menor escala, garimpou-se também diamantes acima da Casca d'Anta (Foto 18), o que foi depois impossibilitado com a implantação do Parque Nacional da Serra da Canastra em 1972. Historicamente, porém, foi a jusante da cachoeira onde ocorreram serviços regulares, nas vizinhanças de São José do Barreiro. No entanto, a partir de inícios do século atual, inclusive os serviços de garimpagem ou de pequenas mineradoras localizadas fora da área do parque têm sido restringidos pelos órgãos ambientais.



Foto 18: Cachoeira da Casca d'Anta, no rio São Francisco, com aproximadamente 200 m de queda, onde diamantes eram garimpados acima e a jusante da mesma, até a implantação do Parque Nacional da Serra da Canastra, em 1972.

As principais atividades mineradoras desenvolveram-se em terraços aluvionares altos, conhecidos na área como “monchões”. Segundo Nishimura *et al.* (1984) existem pelo menos três níveis distintos de terraços e praticamente todos eles têm fornecido diamantes. Os terraços se situam entre 5 e 30 m acima do nível do Rio São Francisco, tornando-se gradativamente menos elevados conforme aproximam-se da Casca d’Anta. O trabalho nesses terraços consiste na retirada de pelo menos 5 m de solo estéril, e sob este, ocorre o cascalho diamantífero com espessuras variáveis da ordem de 1,5-3,0 m. O cascalho compreende seixos, blocos e matacões, notadamente de quartzitos milonitizados e quartzo xistos do Grupo Canastra, originados da serra homônima, e em menor parte de quartzo de veio. Os principais minerais acompanhantes do diamante são: turmalina, cianita, hematita, limonita, rutilo, almandina e quartzo jaspe (Barbosa *et al.* 1970). Segundo informações locais, o cascalho do leito atual do rio não forneceria diamantes.

5.4.1.3 - Aspectos Econômicos

Após o *boom* da descoberta dos diamantes, a partir de 1937, quando chegaram a trabalhar cerca de 5.000 na área do Alto São Francisco, a queda constante nos preços desse bem mineral fez com que até inícios da década de 1950, apenas uns poucos garimpeiros resistissem na área. A produção anual, no final da década de 1960, girava em torno de 800 ct, quando ali trabalhavam cerca de 200 garimpeiros (Barbosa *et al.* 1970). No início da década de 1980 haviam na região aproximadamente 100 garimpeiros, com uma produção anual da ordem de 400-500 ct (Barbosa 1991). Em 1999, diversos garimpos com maquinários pesados ainda empregavam cerca de 100 pessoas, e uma produção da ordem de 1.000 ct/ano foi estimada. Entretanto, em 2005 a mineração irregular foi praticamente paralisada pelos órgãos ambientais.

A SAMSUL Mineração, vem realizando pesquisas e produzindo um conjunto de dados a partir de um modelo geoquímico e geológico desenvolvido. Tal modelo levou à aquisição do kimberlito Canastra-1, o qual estaria propício à exploração imediata. Os minerais indicadores foram granadas cromo-piropo e cromitas, os quais apontaram ainda pelo menos mais cinco fontes diamantíferas kimberlíticas como prioridades alvo na região (Cookenboo 2005).

Assim, o mercado trabalha com a expectativa de entrada em atividade das minas sobre os kimberlitos Canastra-1 (São Roque de Minas) e Canastra-8 (Delfinópolis) pela SAMSUL Mineração, detentora de seus direitos minerários, para que a produção deste distrito

volte a representar significância econômica (Benitez & Chaves 2007). A avaliação das reservas totais em diamante do kimberlito Canastra-1 apoiou-se em dados dos trabalhos de pesquisa, principalmente de sondagem rotativa diamantada e amostragem de grande volume, onde pedras de até 20 ct foram recuperadas (SAMSUL 2007). Na pesquisa detalhada de um depósito desse tipo, como a distribuição dos diamantes é aleatória, a confiabilidade dos resultados será em função do volume de rocha amostrada.

Na planta experimental instalada para processar grande volume do corpo mineralizado, implementada pela SAMSUL, cerca de 15.000 m³ de rocha foram tratados para a obtenção da parte principal das reservas em diamantes, que totalizaram entre as cotas 960-820 m, quase 2.300.000 t de rocha a um teor médio de 16 ct/100 t, estimando-se em 260.000 ct contidos (SAMSUL 2007).

Barbosa *et al.* (1970) citam que o maior diamante da região foi encontrado a 3 km abaixo da cachoeira da Casca d'Anta, pesando 110 ct. A cerca de 12 km rio abaixo foi achado outro, com 76 ct. Existem também referências a uma pedra com 40 ct e, nos arredores de Vargem Bonita, apareceu uma pedra com 23 ct. Os diamantes desses garimpos são 20% de primeira, quase sempre octaedros e de excelente qualidade; 20% de segunda e 60% de fundo. Segundo Barbosa *et al.* (1970), apoiado em estimativas feitas nos garimpos de Vargem Bonita, os teores são baixos e indicam entre 0,04 e 0,10 ct/m³ de cascalho. Os diamantes, porém, são considerados pelo citado autor, em geral de ótima qualidade com predomínio de cristais octaédricos.

Chaves *et al.* (2008b) ressaltam que um dos fatores fundamentais na avaliação econômica de um depósito diamantífero é a quantificação do seu valor médio (dado em US\$/ct). Neste, aspecto, o diamante da Província da Serra da Canastra (mais particularmente do Distrito do Alto São Francisco) é considerado um dos mais valorizados do Brasil, e atinge cifras da ordem de US\$180-200/ct. A qualificação comercial aproximada varia em torno de 60% de cristais gemológicos e *chips*, com 40% de industriais (Benitez & Chaves 2007). São típicas as pedras de forma octaédrica, de elevados graus de pureza e cores altamente gemológicas (D até I), conhecidas no mercado como diamantes “tipo-Canastra”.

5.4.2 - Distrito do Médio Rio Grande

O Distrito do Médio Rio Grande compreende uma área limítrofe aos estados de Minas Gerais e São Paulo, onde o principal pólo de produção e comércio situa-se nos arredores da cidade paulista de Franca. Nessa região, diamantes são extraídos de depósitos

aluvionares quaternários e de cascalheiras cenozóicas desde 1835. Tal Distrito situa-se na zona limite das faixas de dobramentos proterozóicas Brasília e Alto-Rio Grande na extremidade sul-sudoeste do Cráton do São Francisco. Embora este seja um dos pólos produtores mais antigos do Brasil, poucas referências são feitas ao mesmo na literatura. Aquelas que se relacionam às características, proveniência e produção do diamante são escassas, precárias e procedem em geral, de relatos verbais.

5.4.2.1 - Contexto Geológico

A região onde se verificam atividades garimpeiras na região de Franca é abrangida por unidades fanerozóicas da Bacia do Paraná e, em menor extensão, por rochas do embasamento pré-cambriano. Sobre essas rochas colocam-se depósitos sedimentares inconsolidados eluviais, coluviais e aluviais, sendo estes últimos os mais importantes em termos diamantíferos. O embasamento pré-cambriano inclui quartzitos e xistos, fortemente cisalhados atribuídos ao Grupo Canastra por Barbosa *et al.* (1970).

Grupo Araxá-Canastra

O Grupo Araxá-Canastra (indiviso na região), constitui um pacote metassedimentar com vulcânicas ou intrusivas associadas, assentado com superfícies de cavalgamento sobre rochas do embasamento (Zanardo 1992). Essas unidades metassedimentares são consideradas (grau metamórfico incipiente até xisto-verde) formadas pela deformação progressiva no Proterozóico Superior, com término de sua evolução no fim do Brasileiro.

Segundo Perdoncini (2003) na região de Franca, o Grupo Araxá-Canastra é formado por quartzitos brancos, cinza-claros e amarelos e quartzitos micáceos intercalados por muscovita xistos, marrom, por vezes arroxeadas. A alternância de níveis ora mais quartzosos, ora mais muscovítico/sericíticos, caracteriza o bandamento da rocha de direção NW mergulhando para SW, o qual se desenvolveu sub-paralelamente à foliação, marcada pela orientação das micas. Nas porções micáceas a foliação mostra-se intensamente crenulada, enquanto nas quartzosas desenvolveram-se dobramentos recumbentes, cujo plano axial é sub-paralelo ao acamamento, ilustrando o regime deformacional compressivo dúctil-rúptil.

O contato do Grupo Araxá-Canastra é discordante com as formações Botucatu e Aquidauana no leste da área, e abrupto com o *sill* de diabásio na foz do rio Canoas no norte da mesma (Perdoncini 2003).

Rochas sedimentares e vulcânicas da Bacia do Paraná

As unidades pertencentes à Bacia do Paraná incluem arenitos, diamictitos e lamitos de ambiente flúvio-glacial da Formação Aquidauana (Permiano), arenitos lamíticos fluviais da Formação Pirambóia (Triássico), arenitos eólicos da Formação Botucatu (Triássico), basaltos da Formação Serra Geral (Jurássico-Cretáceo), diques e *sills* mesozóicos de diabásio, além de arenitos lamíticos, arenitos conglomeráticos fluviais do Grupo Bauru (Cretáceo-Eoceno?). É importante salientar que a sedimentação pós-basáltica se processou em decorrência da atuação do Soerguimento do Alto Paranaíba (Hasui *et al.* 1975), num sistema de rios anastomosados fluindo no rumo sudoeste, dando origem a leques aluviais convalescentes, com raros depósitos interleques ou em partes individuais distais do sistema. Durante estes eventos teria vigido clima árido ou semi-árido, atestado através da presença de argilas esmectíticas e calcedônia *length-slow*. De acordo com IPT (1990), o Grupo Bauru se apresenta na área como a mais provável fonte imediata de diamantes para os depósitos aluvionares e de terraço atualmente garimpados, não descartando, porém, outras procedências ou, mesmo, fontes múltiplas.

O Soerguimento do Alto Paranaíba apresenta diversas manifestações ígneas sob a forma de chaminés, tais como Araxá, Salitre e Tapira (70-100 Ma, K/Ar), diatremas kimberlíticos senonianos, derrames e tufos da Formação Patos (idade mínima de 70 Ma) e lavas ugandíticas na região de Sacramento (MG) com idades mínimas de 44 Ma em datações K/Ar (Hasui 1967, Hasui & Cordani 1968, Almeida 1986). Em termos geomorfológicos, a área da província é composta por dois níveis planálticos, bastante erodidos, a saber: o Planalto de Franca (cotas entre 800-1000 m), que deve corresponder à Superfície Japi de Almeida (1964), e o nível colinoso que margeia o rio Grande (cotas de 650-750 m), correlato à Superfície Neogênica (Martonne 1940). Separando ambos os níveis planálticos, destacam-se escarpas residuais de peões e mesetas (Perdoncini 2003).

5.4.2.2 - Depósitos Diamantíferos

As nascentes dos rios diamantíferos Canoas e São Tomé situadas nas proximidades de depósitos conglomeráticos do Grupo Bauru, no topo da Serra de Franca, é um fato bastante sugestivo para indicar uma possível contribuição dessas rochas para os depósitos diamantíferos atuais. Capeando regionalmente e indistintamente rochas intrusivas e sedimentares do Grupo Bauru, ocorrem vários níveis de cascalheiras, os quais poderiam não só liberar diamantes para a drenagem atual como para leitos abandonados, terraços, etc. Segundo Leite *et al.* (1984), essas rochas contém um séquito mineralógico pesado similar àqueles ocorrentes nos concentrados de pesados obtidos nos garimpos da área.

Nos garimpos da região de Franca, um primeiro aspecto destacado por Etchebehere *et al.* (1991) é seu caráter rudimentar, seja na prospecção, avaliação ou lavra dos depósitos. A prospecção de novos depósitos é feita de modo empírico, quase sempre ao lado de cavas antigas ou em trechos de aluviões anteriormente explorados. Em diversos pontos tais autores verificam mais de uma fase de garimpagem, pois, ao lado de cavas entulhadas e pilhas de cascalho já coberto por vegetação, ocorrem cavas mais recentes.

Segundo Etchebehere *et al.* (1991) os principais trechos garimpados são, o rio das Canoas próximo a Claraval, e os rios Sapucaizinho e Santa Bárbara, estes ao longo de seus cursos em toda a área. Em menor número, ocorrem marcas de garimpagem no reverso do Planalto de Franca, inclusive dentro do sítio urbano da cidade homônima. Os garimpos de maior porte estão situados nas várzeas, valendo destacar dois aspectos no que se refere à intensidade de exploração, a saber (Etchebehere *et al.* 1991): (1) as amplas várzeas do rio Santa Bárbara mostram numerosas lagoas de contornos angulosos, provavelmente derivadas de antigos garimpos; (2) as planícies aluvionares do rio das Canoas, a jusante de Claraval (MG), mostram-se, por sua vez, pouco trabalhadas, predominando catas em terraços; e (3) o rio Sapucaizinho apresenta pequenos bolsões que vem sendo intensamente garimpados.

No que se refere aos terraços, Etchebehere *et al.* (1991) constata um predomínio de cavas nos depósitos mais próximos das drenagens, balizados, tanto na região de Patrocínio Paulista quanto na de Claraval, pela cota aproximada de 710 m. Acima dessa cota, mais distantes dos cursos d'água, há menos garimpos. Em geral, os garimpos se limitam aos leitos dos rios, às várzeas (“grupiaras”) e aos baixos terraços (“manchões” ou “monchões”), sendo raras as explorações em outros depósitos. As rupturas de declividade que caracterizam os terraços, chamadas “lombas”, constituem um dos critérios utilizados no balizamento de cavas exploratórias. Nesta etapa, os garimpeiros utilizam uma base pontiaguda de aço, com 1,5 ou 2

m e comprimento, para “sondar” o terreno e verificar a possível presença de cascalho. Com este tipo de sondagem, pode-se discernir o topo dos conglomerados sob níveis aluvionares ou coluvionares e eventuais níveis de crostas lateríticas através do som da percussão.

Nos garimpos de leitos de cursos d’água, procede-se, às vezes, à construção de canais de desvio (“virada”), conforme Etchebehere *et al.* (1991) observa nos rios Sapucaizinho e Santa Bárbara. Quando a vazão se torna menor, nas estiagens, podem ser construídas ensecadeiras (“recuados”). Na prospecção levam-se em conta os minerais-satélites, “formas”, que acompanham o diamante por similaridade densimétrica ou de resistência ao desgaste. Outro indício considerado relevante é a presença de blocos de matações (“emburrados”), que indicariam cascalho com maior probabilidade de ser diamantífero. Cascalhos pouco espessos e sem “emburrados” são chamados de “pururuca”.

5.4.2.3 – Aspectos Econômicos

A produção anual estimada de diamantes da região em território paulista é da ordem de 1.000 ct. A se considerar a produção garimpeira do lado mineiro, este número pode ascender a 3.000 ct/ano, valor que, se considerado médio para toda a produção histórica da área, permite admitir um montante extraído superior a 400.000 ct (Etchebehere *et al.* 1991).

6 - TIPOLOGIA DAS POPULAÇÕES DE DIAMANTES

Os aspectos morfológicos e cristalográficos do diamante têm chamado a atenção dos pesquisadores desde longa data, muito antes do desenvolvimento das técnicas analíticas de investigação química e física com equipamentos mais sofisticados. De tal maneira, Eschwege (1833) descreveu as principais características quanto às formas dos diamantes então lavrados na região de Diamantina, o mesmo fazendo Williams (1932) em relação aos diamantes sul-africanos, e Fersman & Goldschmidt (1911) com diamantes brasileiros, africanos e russos. Na atualidade, ferramentas ultra-sofisticadas têm contribuído para tal investigação, a grande maioria delas na tentativa de se encontrar parâmetros de caracterização de populações de diamantes de diferentes localidades.

6.1 - METODOLOGIAS DE CLASSIFICAÇÃO

Estudos sistemáticos sobre hábitos, bem como outras propriedades físicas do diamante vem sendo realizados desde longa data por diversos pesquisadores. Harris *et al.* (1975, 1979) desenvolveram uma metodologia simplificada baseada na morfologia cristalina, visando caracterizar os diamantes produzidos em diversas minas sul-africanas, incluindo as formas simples, combinadas, geminadas e agregadas. Na classificação estatística de grandes populações de cristais, essa sistematização mostrou-se muito prática.

De tal maneira, Harris *et al.* (1975) examinaram lotes constituídos por 24.400, 29.900 e 10.000 diamantes, provenientes dos kimberlitos Premier, Finsch e Koffyfontein, respectivamente. Tais autores não consideraram a distribuição granulométrica, mas sim, um número fixo de 100 cristais para cada intervalo granulométrico. Examinaram também outros aspectos do diamante, como a forma e a cor dos cristais, considerados particulares e diagnósticos de cada um dos depósitos estudados. Foram analisados ainda diamantes dos *pipes* Kimberley e Ebenhaezer, dos diques Zwartruggens, e do kimberlito Letseng-laterae, este último no Lesotho (Harris *et al.* 1979).

McCallum *et al.* (1979), com base em metodologia similar à de Harris (1975, 1979), analisaram 78 diamantes recuperados de kimberlitos da Província Colorado-Wyoming (USA). Esses diamantes foram descritos em termos de tamanho, peso, morfologia, cor, fluorescência e inclusões. Embora a amostra populacional de diamantes avaliados fosse considerada insuficiente pelos próprios autores para um tratamento estatístico confiável, algumas tendências semi-quantitativas a partir de estudo destas pedras, foram determinadas

como de alguma importância. Tais tendências, conjugadas com a abundância relativa de formas transicionais indicaram que a maioria, se não de todos os diamantes da província, aparentavam originalmente terem se formado como octaedros e foram posteriormente alterados para formas dodecaédricas.

Posteriormente, McCallum *et al.* (1991) avaliaram as propriedades físicas representativas dos diamantes daquela província. Cerca de 4.100 amostras foram descritas, significando cerca de 4 % do total de diamantes recuperados por volume de testes no distrito. Foram estabelecidas frequências de formas primárias do cristal, forma do cristal, estado do cristal, cores, inclusões minerais, deformação, dissolução, e características de marcas. Estas propriedades estão relacionadas a um quadro genético seqüencial primário da fase de evolução a partir de um ambiente para um pós-ambiente (ambos manto e crustal) que são responsáveis pela deformação plástica, dissolução e corrosão, quebra do cristal, e finalmente uma fase tardia de corrosão.

Comparações entre os dados de características de diamantes de kimberlitos de vários locais revelam diferenças significativas que sugerem até mesmo que populações de diamantes de sistemas kimberlíticos espacialmente associados possam ter apresentando histórias evolutivas significativamente distintas. A maioria dos diamantes são cristalizados como octaedros, mas a grande parte passou, por dissolução, a formas de transição ou tetrahexaedroidais.

Chaves (1997) utilizou métodos baseados em estudos prévios efetuados em outras localidades do Brasil e do exterior (eg. Leite 1969, Harris *et al.* 1975, 1979, Svisero & Haralyi 1985, Chierigati 1989), visando caracterizar a geologia e a mineralogia dos diamantes da Serra do Espinhaço em Minas Gerais. Tais estudos abrangeram a classificação em campo das principais características físicas dos diamantes, através de fichas elaboradas para tal finalidade. Chaves (1997) realizou ainda estudos por métodos ópticos de espécimes selecionados, visando a determinação de estruturas de superfície dos diamantes e de inclusões minerais e analisou o comportamento de certas propriedades químicas do diamante, tais como luminescência, espectrografia de raios infravermelhos e elementos químicos anômalos determinados por irradiação com nêutrons.

Chaves & Svisero (2000) elaboraram uma nova proposta para classificação mineralógica de diamantes com base nos critérios utilizados por Chaves (1997). A descrição em campo de populações de diamantes brutos, considerando-se peso, morfologia, hábito, figuras de dissolução, cor, luminescência, capas e inclusões, objetivou um tratamento estatístico com a finalidade de criar fatores auxiliares em interpretações genéticas que diferenciem lotes de diferentes regiões.

A metodologia desenvolvida e utilizada por Harris *et al.* (1975, 1979) serviu de base para elaboração de diversos outros métodos aplicáveis ao estudo de populações de diamantes, por diversos autores, bem como no presente trabalho. Contudo Harris *et al.* (1975) concluíram que os parâmetros utilizados não foram eficazes para atingir o objetivo proposto, de individualizar as diferentes populações nas diversas localidades africanas; entretanto, os mesmos consideram que foram importantes para uma investigação sobre a história do ambiente inicial e subsequente desses diamantes.

Embora tais métodos não tenham se mostrado tão eficazes na África, parâmetros similares de análises, quando adotados para o estudo de populações de diamantes no Brasil têm alcançado resultados bastante satisfatórios. Podem ser citados trabalhos realizados sobre lotes de diamantes do estado de Minas Gerais por Chaves (1997), Benitez (2004) e Chaves *et al.* (2005), entre outros.

Os estudos realizados por Kaminsky *et al.* (2001) abrangeram 1.055 diamantes, a maioria da região do rio Abaeté, e chegaram a interessantes conclusões. Os parâmetros estudados foram: morfologia do diamante, propriedades ópticas e mecânicas, luminescência ultravioleta, espectrometria infravermelha, isótopos de carbono e inclusões minerais. A população avaliada mostrou o predomínio de rombododecaedros arredondados, uma proporção relativamente elevada de cristais com pigmentação marrom, e também de cristais com marcas intensas de erosão mecânica. As inclusões minerais contidas são quase em sua totalidade ultramáficas (olivina, enstatita, piropo, Cr-espinélio e sulfetos). O predomínio de minerais de associação ultramáfica entre as inclusões nos diamantes daquela região indica que o magma kimberlítico originou-se em condições de aproximadamente 150-200 km de profundidade. Segundo Kaminski *et al.* (2001) as características similares de todos os diamantes do sistema do rio da Prata podem indicar uma procedência comum ou fontes distintas, mas relativamente próximas umas das outras.

Araújo (2002) realizou análises sobre 234 diamantes da Província de Juína (MT), nos quais foram investigados a morfologia externa (em microscópio óptico e eletrônico de varredura), feições de catodoluminescência, absorção de infravermelho, além de conteúdos em N e C. Tal província é reconhecida na literatura pela ocorrência de diamantes gerados na zona de transição e no manto inferior. Os métodos empregados por Araújo (2002) abrangeram técnicas especificamente laboratoriais, as quais provavelmente atenderiam aos objetivos do estudo proposto no contexto de aprofundar conhecimentos nos diamantes desta província.

Filemon (2005) ao considerar a importância na determinação da procedência dos diamantes, desenvolveu pesquisa visando caracterizar lotes representativos de diamantes também na província kimberlítica de Juína (MT), e nos distritos de Cacoal (RO), Espigão

d'Oeste (RO) e Diamantina (MG). As técnicas utilizadas foram fluorescência, espectroscopia infravermelha, fotoluminescência, ressonância paramagnética eletrônica e espectroscopia Raman, além de estudos da morfologia, texturas de superfícies, granulometria, feições internas e comportamento de impurezas (nitrogênio e hidrogênio) visando obter informações sobre a evolução do crescimento cristalino. Outro objetivo de Filemon (2005), seria o de avaliar o uso destas ferramentas na determinação da procedência dos cristais, como mais uma contribuição à emissão do Certificado Kimberley. Neste contexto, considera-se que as técnicas laboratoriais são procedimentos que exigem local e equipamentos adequados, profissionais capacitados, e além disso, dependem de um certo tempo. Esses fatores, certamente, não favorecem a agilidade necessária para obtenção de dados com tal finalidade.

Os estudos realizados por Martins (2006) abrangeram 496 diamantes da bacia do rio Macaúbas (Serra do Espinhaço). Foram analisados parâmetros, tais como peso, presença de capas e inclusões, morfologia externa, dissolução e figuras de superfície. Entretanto alguns termos utilizados por Martins (2006) sugerem uma interpretação errônea daquela que seria a real intenção do autor. Entre estes, podem ser citados: “qualidade gemológica”; tal classificação pode levar ao entendimento de que todas as pedras estudadas seriam gemas, o que conforme verificado, não é o caso. Outro item que pode causar equívocos é o da “aparência”, que insinua algo relacionado à beleza ou não da pedra, e não reflete a idéia de “brilhante” ou “fosco” para o qual é utilizado. É comum entre certos autores o uso do termo “estado do cristal” para determinar se a pedra está intacta ou quebrada (eg. McCallum *et al.* 1979). Entretanto, Martins (2006) se refere a tal característica como “estado cristalino”, expressão que comumente designa o estado da matéria (sólida, líquida ou gasosa). No entanto é mais um estudo que contribui para o reconhecimento de feições características dos diamantes brasileiros, e estas descrições aliadas às de outros autores podem auxiliar na obtenção de um melhor detalhamento das populações diamantíferas regionais.

No presente trabalho, procurou-se analisar parâmetros distintos de cada pedra, para que possam ser avaliados no próprio campo, sem utilização de métodos laboratoriais. O método proposto está atrelado ao objetivo da pesquisa, que implica em obter a assinatura mineralógica da população de cada uma das quatro províncias diamantíferas de Minas Gerais, aqui propostas, no sentido de auxiliar a se reconhecer a procedência desses lotes, vindo de encontro às exigências para a emissão do Certificado Kimberley.

Essa discussão foi também abordada na IV Reunião do Fórum Brasileiro do Processo de Kimberley (08 de agosto de 2008), em Belo Horizonte, referente a aplicação do método *footprinting* no âmbito do SCPK. Tal método consiste em análise da distribuição da frequência do tamanho dos cristais de diamantes e suas características de qualidade, visando à

identificação da sua origem. O método está sendo testado em conjunto com o *United States Geological Survey* – USGS, em Gana e em Togo. Esse procedimento vem sendo considerado o mais adequado, utilizando-se apenas da análise das características ópticas dos cristais, contrapondo o método denominado *fingerprinting* que valoriza as análises dos diamantes por meio de suas características físicas e químicas visando à identificação de sua origem.

6.2 - ANÁLISE DE DADOS

Observa-se no mapa de depósitos diamantíferos (Anexo 2), que diversas lavras ou ocorrências estão dispersas pela extensão das quatro províncias mineiras, tanto em meio aluvial, quanto em rochas conglomeráticas, e ainda algumas destas em kimberlitos, não lavrados até o momento.

Conforme pode-se notar na Tabela 14 devido à maior extensão da Província Diamantífera Serra do Espinhaço, são apresentados individualizadamente, os dados referentes aos distritos de Jequitaiá, Grão Mogol e Diamantina, onde serão especificados ainda os campos de Datas/Extração e do Rio Jequitinhonha. Tal distinção também tem como finalidade, a comparação entre as populações das mesmas.

No contexto das províncias diamantíferas, os lotes de diamantes foram estudados a partir de algumas localidades e/ou fornecedores principais (cujos nomes serão mantidos em sigilo a pedido dos próprios). Na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina, estudou-se dois grandes lotes do médio curso do rio Jequitinhonha, na área do Projeto Domingas da Mineração Rio Novo. Em Datas e Extração, os lotes analisados são provenientes de pequenos garimpos aluvionares e coluvionares situados nos arredores daquelas próprias localidades, e que são adquiridos por pequenos comerciantes locais. A mesma situação pode ser aplicada aos distritos de Grão Mogol e Jequitaiá. Na Província Noroeste São Francisco, estudou-se um grande lote do médio curso do Rio Abaeté, da área da GAR Mineração em São Gonçalo do Abaeté. Na Província Alto Paranaíba, a maior parte da produção à época dos estudos era proveniente de garimpos semi-mecanizados e/ou balsas, dos sistemas aluvionares dos rios Douradinho, Dourados, Preto e Santo Inácio. Na Província Serra da Canastra, a totalidade da produção tem procedência no alto curso do Rio São Francisco e seus terraços, comercializada na cidade de Vargem Bonita.

Tabela 14: Províncias diamantíferas, seus respectivos distritos e campos, e número de diamantes estudados.

PROVÍNCIA DIAMANTÍFERA	DISTRITO	ÁREA	DIAMANTES ESTUDADOS	%
Alto Paranaíba	Coromandel		446	20,95
Serra da Canastra	Alto São Francisco		367	17,24
Noroeste São Francisco			145	6,81
Serra do Espinhaço	Jequitaiá		111	5,21
	Grão Mogol		246	11,55
	Diamantina	Campo Datas/Extração	238	11,18
		Rio Jequitinhonha	576	27,05
Total			2.129	100,00

Os dados obtidos sobre as características dos diamantes, são apresentados para cada província estudada, primeiramente de modo onde é realizado o cruzamento de duas variáveis representadas em gráficos de bolhas (Figuras 17 a 58). Tais variáveis foram selecionadas segundo um estudo preliminar, que indicou que tais parâmetros poderiam melhor representar o comportamento estatístico apresentado pelos dados das diferentes regiões estudadas, considerando-se ainda o relacionamento genético preferencial entre elas. Na sequência é apresentada uma estatística descritiva com gráficos de distribuição e frequência. A terceira etapa abrange um estudo estatístico pelo método de análise de correspondência, o qual é aplicado a variáveis qualitativas, como neste caso.

6.2.1 – Cruzamento de Variáveis

O cruzamento de duas variáveis permite reconhecer se ocorre alguma relação entre dois parâmetros além da probabilidade de que os mesmos ocorram associados. Tal comportamento é analisado em todas as regiões estudadas (Tabela 14). Ressalta-se que os resultados são apresentados na forma de gráficos e tabelas onde as variáveis estão representadas por números, conforme podem ser identificados na Tabela 15.

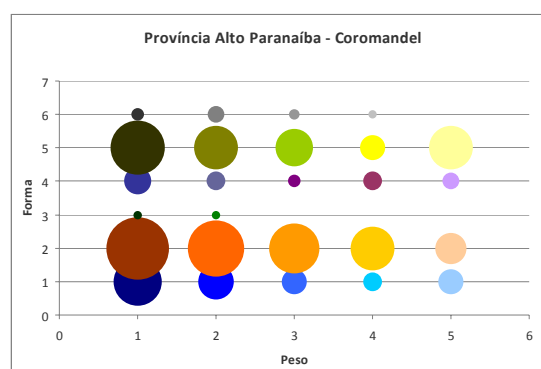
Tabela 15: Legenda dos parâmetros analisados no cruzamento de variáveis.

	1	2	3	4	5	6
Forma	octaedro	rombododecaedro	cubo	geminado	irregular	agregado
Peso (quilates)	0,01-0,25	0,26-0,60	0,61-1,20	1,21-2,00	>2,01	
Cor	incolor	incolor-amarelado	amarelado	<i>fancy</i>	cor “industrial”	
Pureza	1	2	3	4	5	
Dissolução	imperceptível	médio/visível	dissolvido	corrosão	<i>frosting</i>	
Quebras	intactos	levemente quebrados	quebras perceptíveis	lascas		
Capas	sem capas	pontos verdes	manchas verdes	amarela/marrom		
Qualificação Comercial	gema 1	gema 2	chip	indústria		

Peso/Forma

Na Província Alto Paranaíba verificou-se que são múltiplas as frequências conforme pesos e formas (Figura 17). O gráfico denota que existe uma maior probabilidade nas formas octaedro, rombododecaedro e irregular (1, 2 e 5) em diferentes pesos, na maioria das vezes superior a 5%. As probabilidades de ocorrências verificadas mais comuns se dão na forma octaedro (2) com peso 0,01-0,25 ct (1) (13,23%), forma rombododecaedro (2) com peso entre 0,26-0,60 ct (2) (10,76%) e forma irregular (5) com peso 0,01-0,25 ct (1) (9,87%).

Probabilidades						
Peso/Forma	1	2	3	4	5	6
1	7,85	13,23	0,22	2,47	9,87	0,67
2	4,26	10,76	0,22	1,35	6,50	0,90
3	2,02	8,52	0,00	0,67	4,93	0,45
4	1,35	6,28	0,00	1,35	2,24	0,22
5	2,02	3,36	0,00	1,12	6,50	0,00

**Figura 17:** Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Alto Paranaíba.

A Figura 18 mostra que na Província Noroeste São Francisco, assim como na Província Alto Paranaíba, podem-se obter diversas frequências de probabilidade entre peso e forma. Nota-se que as maiores combinações ocorrem com mais frequência em três categorias distintas: forma rombododecaedro (2) com peso entre 0,61-1,20 ct (3) 17,24% e peso entre

0,26-0,60 ct (2) 16,55%, e forma irregular e peso > 2,01 ct (5) 12,41%, destacando-se ainda o peso 2 com forma irregular (5) totalizando quase 9%.

Probabilidades						
Peso/Forma	1	2	3	4	5	6
1	4,83	4,14	0,00	1,38	4,14	0,00
2	4,14	16,55	0,00	0,00	8,97	0,00
3	4,14	17,24	0,00	0,69	4,14	0,00
4	2,07	3,45	0,00	0,00	6,21	0,69
5	1,38	2,76	0,00	0,00	12,41	0,69

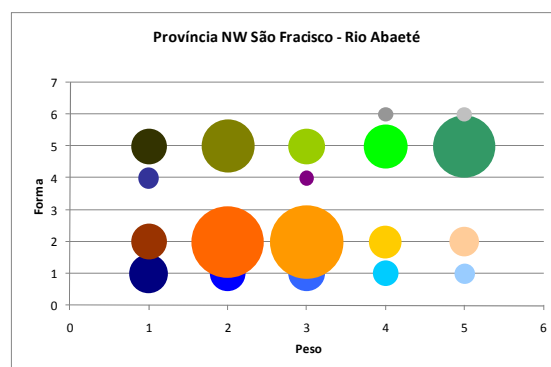


Figura 18: Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Noroeste São Francisco.

De acordo com a Figura 19, na Província Serra da Canastra observa-se que a maior ocorrência de diamantes se dá com pesos menores (classe 1) nas formas octaedro (1) 25,6% e irregular (5) 25,96%, enquanto que a terceira maior frequência ocorre também na forma octaedro (1), todavia com peso maior (classe 2) com 10,66%.

Probabilidades						
Peso/Forma	1	2	3	4	5	6
1	25,68	0,55	0,00	1,37	25,96	1,64
2	10,66	1,91	0,00	0,82	5,46	0,82
3	4,37	3,83	0,00	0,27	3,01	0,82
4	2,46	1,09	0,00	0,27	0,00	0,00
5	5,19	1,37	0,00	0,27	2,19	0,00

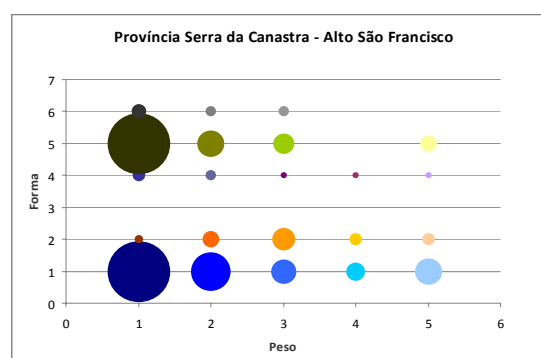


Figura 19: Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Serra da Canastra.

O gráfico (Figura 20) representando a relação entre peso e forma para a Província Serra do Espinhaço – Datas/Extração mostra a probabilidade maior de ocorrência de pesos menores, especialmente entre 0,01-0,25 ct (1), na forma rombododecaedro (2) (33,19%), forma irregular (5) (19,4%) e na forma octaedro (1) (14,22%). Também entende-se como representativa a possibilidade de ocorrência de peso entre 0,26-0,60 ct (2) com forma rombododecaedro (2), com 14,22%.

Probabilidades						
Peso/Forma	1	2	3	4	5	6
1	14,22	33,19	0,00	4,31	19,40	0,00
2	3,45	14,22	0,00	0,43	0,43	0,43
3	1,29	7,33	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	1,29	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

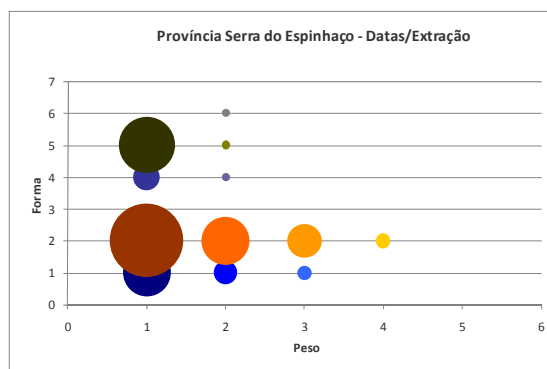


Figura 20: Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – campos de Datas/Extração.

Para a Província Serra do Espinhaço – Grão Mogol (Figura 21), a probabilidade de ocorrência entre peso e forma se dá com peso entre 0,01-0,25 ct (1), nas formas rombododecaedro (2) (28,34%), ocatedro (1) (23,08%) e irregular (5), com 14,57 %. Merece ainda atenção, a probabilidade de ocorrência de diamantes com peso entre 0,26-0,60 ct (2) nas formas rombododecaedro (1) e ocatedro (2) com probabilidade de pouco mais de 7 %.

Probabilidades						
Peso/Forma	1	2	3	4	5	6
1	23,08	28,34	0,00	6,07	14,57	1,62
2	7,29	7,69	0,00	1,21	2,02	2,02
3	2,02	1,62	0,00	0,00	0,40	0,40
4	0,00	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00
5	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00

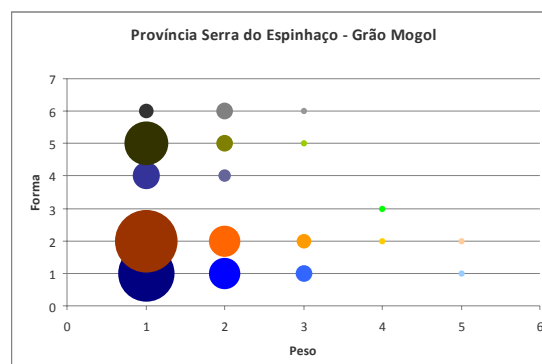


Figura 21: Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol.

Na Província Serra do Espinhaço – Jequitaiá (Figura 22) as probabilidades de ocorrência de peso e forma se dão especialmente com peso 1 e forma 2, com probabilidade de 32,4 %, seguidos também de peso entre 0,01-0,25 ct (1), mas forma octaedro (1) com 21,6%. Já para peso 0,26-0,60 ct (2) com forma rombododecaedro (2) a probabilidade é de 12,6%, enquanto outras ocorrências chegam ao máximo de 6,3% com peso 2 e forma 1.

Probabilidades						
Peso/Forma	1	2	3	4	5	6
1	21,62	32,43	0,00	2,70	5,41	0,90
2	6,31	12,61	0,00	0,90	1,80	0,00
3	2,70	3,60	0,00	0,00	0,00	0,90
4	2,70	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,90	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00

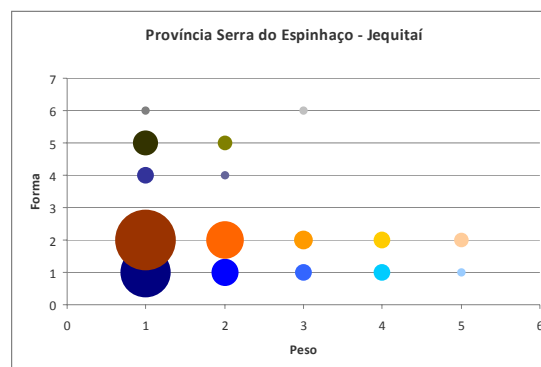


Figura 22: Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Jequitai.

Na Província Serra do Espinhaço – Rio Jequitinhonha (Figura 23), as probabilidades maiores são de ocorrência na forma rombododecaedro (2), nos pesos entre 0,61-1,20 ct (3) (20,97%), 0,26-0,60 ct (2) (15,08%) e 0,01-0,25 ct (1) com 13,86%. Outras possibilidades de ocorrência existem, mas sempre inferiores a 10 %, especialmente nas formas octaedro (1), geminado (4) e irregular (5), e pesos até a classe três.

Probabilidades						
Peso/Forma	1	2	3	4	5	6
1	2,95	13,86	0,17	3,99	3,47	0,35
2	5,03	15,08	0,00	3,81	5,55	0,17
3	7,80	20,97	0,00	2,08	4,33	0,17
4	1,39	4,33	0,00	0,52	0,87	0,17
5	0,35	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00

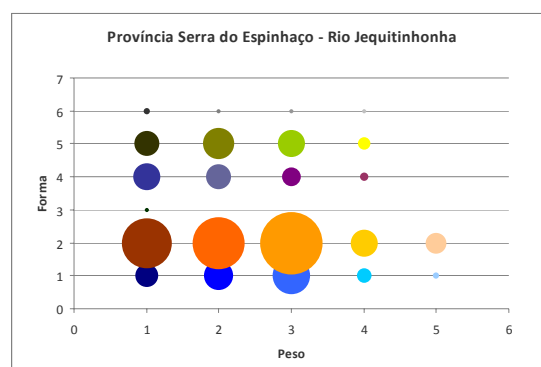


Figura 23: Gráfico referente a relação peso x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Rio Jequitinhonha.

Cor/Pureza

A relação entre pureza e cor para a Província Alto Paranaíba, de acordo com a Figura 24 denota que a probabilidade de maior ocorrência seja de cristais incolores (1) com pureza 1, com 22,87%, seguidos de incolores (1) e pureza 2 (13,9%) e incolor-amarelados (2) na pureza 2 (11,43%). Outras probabilidades também ocorrem, mas com percentuais inferiores a 5 %.

Probabilidades					
Cor/Pureza	1	2	3	4	5
1	22,87	13,90	6,50	1,57	0,22
2	13,00	11,43	3,36	3,14	0,67
3	3,36	4,26	2,69	1,79	0,90
4	3,81	3,81	0,00	0,00	0,00
5	0,45	0,22	0,45	0,00	1,35

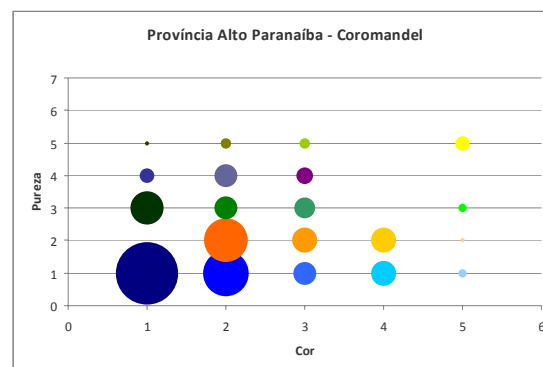


Figura 24: Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Alto Paranaíba.

A Figura 25 destaca a relação cor x pureza para a Província Noroeste São Francisco, onde as maiores probabilidades ocorrem para cristais incolor-amarelados com pureza 2 (22,76%); seguidos por cristais incolores com pureza 1 (20,69%) e com pureza 2 (15,17%). Ressalta-se ainda cristais amarelados com pureza 2. Outras combinações apresentam percentuais irrelevantes, inferiores a 3%.

Probabilidades					
Cor/Pureza	1	2	3	4	5
1	20,69	15,17	2,07	0,00	0,00
2	13,10	22,76	2,76	0,69	0,00
3	2,76	10,34	2,76	0,00	0,00
4	1,38	1,38	0,00	0,00	0,00
5	1,38	0,00	0,00	0,00	2,76

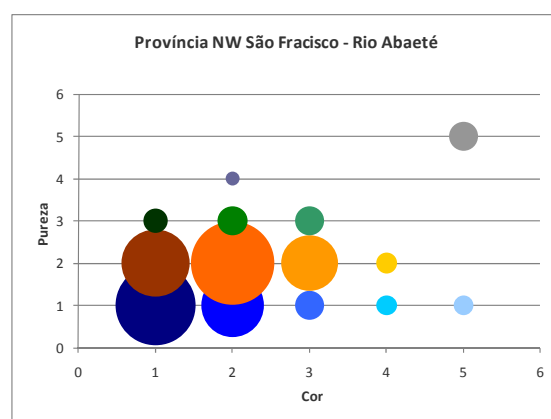


Figura 25: Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Noroeste São Francisco.

Na Província Serra da Canastra, as maiores probabilidades de ocorrência se dão em cristais incolores (1), com pureza 2 (24,32%) e pureza 1 (18,85%). Também podem aparecer diamantes com pureza 3 incolor-amarelados (2) (15,56%) e amarelados (10,66%) (Figura 26).

		Probabilidades				
Cor/Pureza		1	2	3	4	5
1		18,85	24,32	10,66	1,91	0,00
2		5,19	8,47	15,57	2,73	0,27
3		0,82	1,37	1,37	3,55	0,00
4		0,27	0,00	0,00	0,00	0,00
5		0,00	0,55	0,55	0,55	3,01

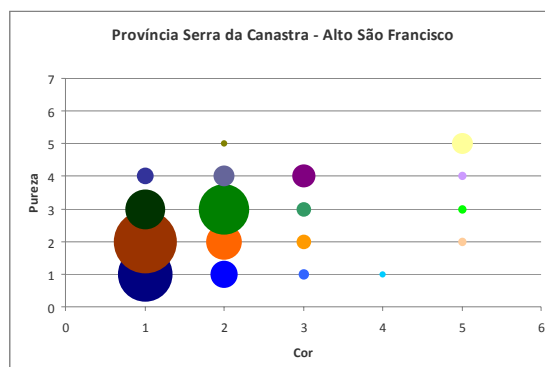


Figura 26: Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Serra da Canastra.

No Distrito de Diamantina – Campo de Datas/Extração (Figura 27), é bastante notória a probabilidade de ocorrência de diamantes incolor-amarelados (2) com pureza 1, representando 30,63%. Ainda na cor 2, mas pureza 4, a probabilidade é de 15,32%, enquanto que a chance de ocorrência de cristais incolores (1) e pureza 3 é de 15,32%. Nas outras composições de cores e formas, as probabilidades mostraram-se pequenas, não alcançando 10%.

		Probabilidades				
Cor/Pureza		1	2	3	4	5
1		3,60	2,70	0,45	0,90	0,45
2		30,63	8,56	5,86	15,77	0,00
3		15,32	6,31	0,00	8,11	0,00
4		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5		0,45	0,45	0,45	0,00	0,00

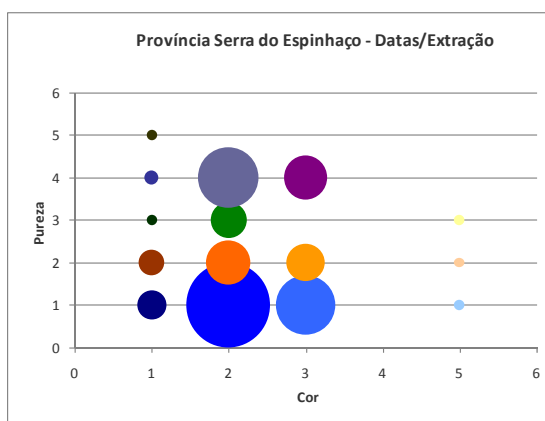


Figura 27: Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Campos de Datas/Extração.

Os dados da Província Serra do Espinhaço – Grão Mogol (Figura 28) indicam que a ocorrência mais comum é de diamantes com pureza 1, e cor amarelada (3) (23,89%) e incolor-amarelada (2) (17,41%) e na pureza 3 com cor incolor-amarelada (10,93). Existem ainda outras possibilidades menores, que não alcançam 7%.

Probabilidades					
Cor/Pureza	1	2	3	4	5
1	6,88	1,62	0,81	0,40	0,40
2	17,41	6,48	10,93	4,05	0,00
3	23,89	6,48	7,29	6,48	1,21
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	1,62	0,00	0,00	1,21	2,83

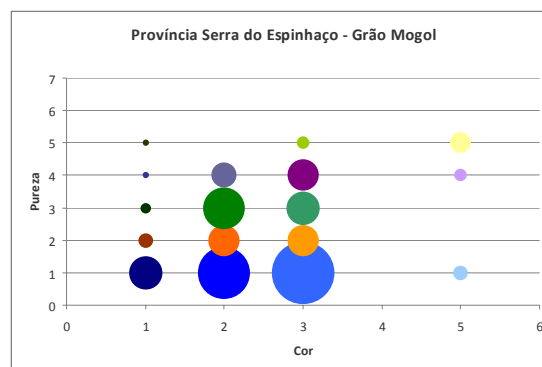


Figura 28: Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol.

Conforme a Figura 29 na Província Serra do Espinhaço – Jequitai ocorre um expressivo domínio de diamantes na pureza 1, nas cores incolor-amarelado (2) (36,94%) e incolor (1) (25,23%). Na pureza 2 e com cor incolor-amarelada (2) aparece 9,01 % de probabilidade de ocorrência, enquanto que outras combinações são baixas, inferiores a 6%.

Probabilidades					
Cor/Pureza	1	2	3	4	5
1	25,23	4,50	0,90	0,00	0,00
2	36,94	9,01	5,41	0,90	0,00
3	3,60	5,41	2,70	1,80	0,00
4	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,90	1,80

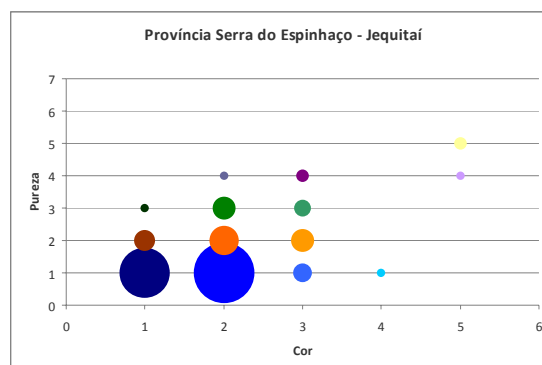


Figura 29: Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Jequitai.

Na relação de cor e pureza, na Província Serra do Espinhaço – Rio Jequitinhonha, foi onde se observou o maior domínio de uma combinação. O gráfico (Figura 30) mostra a probabilidade de 57,19% para cor incolor-amarelado (2) e pureza 1. Já outras combinações alcançam no máximo 9,36%, como para a pureza 1 e cristais incolores.

Probabilidades				
Cor/Pureza	1	2	3	4
1	9,36	0,35	0,52	0,00
2	57,19	6,59	6,41	4,33
3	8,67	1,04	1,91	1,56
4	0,17	0,00	0,00	0,00
5	1,39	0,17	0,00	0,35

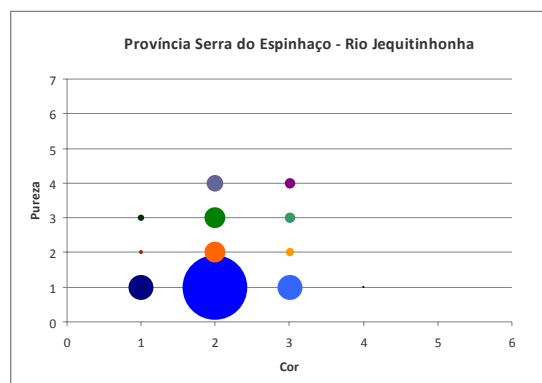


Figura 30: Gráfico referente a relação cor x pureza, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Rio Jequitinhonha.

Peso/Capa

Conforme pode-se notar na Figura 31, o predomínio de cristais sem capas (1) chega a mais de 96% na Província Alto Paranaíba. A probabilidade de ocorrência de capas (pontos e manchas verdes) mostra um percentual irrelevante e se dá para pesos de baixa quilatagem na categoria entre 0,01-0,25 ct (1).

Probabilidades				
Peso/Capa	1	2	3	4
1	30,04	0,67	2,69	0,00
2	25,56	0,00	0,00	0,00
3	16,82	0,00	0,00	0,00
4	10,99	0,00	0,00	0,00
5	13,23	0,00	0,00	0,00

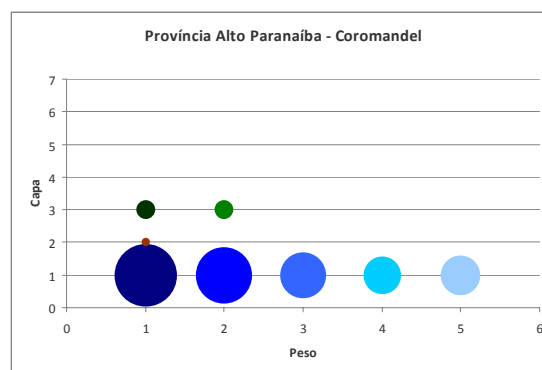


Figura 31: Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Alto Paranaíba.

De acordo com a Figura 32, a ocorrência de capas na Província Noroeste São Francisco mostra percentuais muito baixos. Aparecem pontos verdes (2) nas categorias de peso entre 0,01-0,25 (1) e 0,26-0,60 ct (2), respectivamente com 0,69% de probabilidade. Coincidentemente, manchas verdes aparecem nas categorias de peso 2 e 3 (0,61-1,20 ct), também ambas com 0,69%.

Probabilidades				
Peso/Capa	1	2	3	4
1	13,10	0,69	0,00	0,00
2	28,28	0,69	0,69	0,00
3	25,52	0,00	0,69	0,00
4	12,41	0,00	0,00	0,00
5	17,93	0,00	0,00	0,00

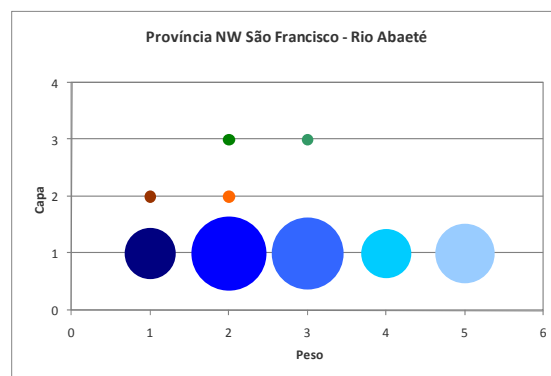


Figura 32: Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Noroeste São Francisco.

Pode-se notar na Figura 33 que, assim como na Província Alto Paranaíba, na Província Serra da Canastra são praticamente inexistentes os diamantes com capas.

Probabilidades				
Peso/Capa	1	2	3	4
1	55,19	0,00	0,00	0,00
2	19,67	0,00	0,00	0,00
3	12,30	0,00	0,00	0,00
4	3,55	0,27	0,00	0,00
5	9,02	0,00	0,00	0,00

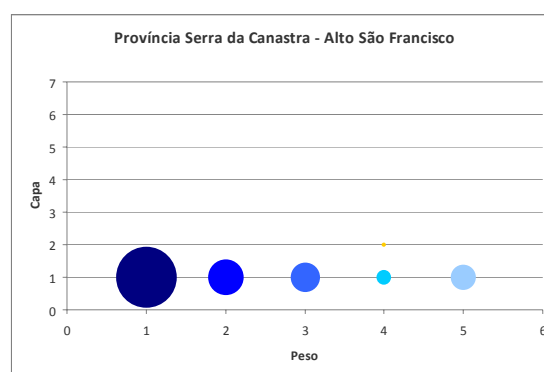


Figura 33: Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Serra da Canastra.

Na Província Serra do Espinhaço – campos de Datas/Extração a probabilidade de ocorrência de diamantes sem capas e com peso entre 0,01-0,25 ct (1) é de 47,84%, seguidos de pontos verdes (2) e peso 1 (17,24%) e sem capas com peso entre 0,26-0,60 (2) (9,91%). Outras possibilidades ocorrem dispersamente até valores de 6,47% (Figura 34).

Probabilidades				
Peso/Capa	1	2	3	4
1	47,84	17,24	6,47	0,00
2	9,91	6,47	1,29	0,86
3	3,88	3,45	1,29	0,00
4	0,43	0,86	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00

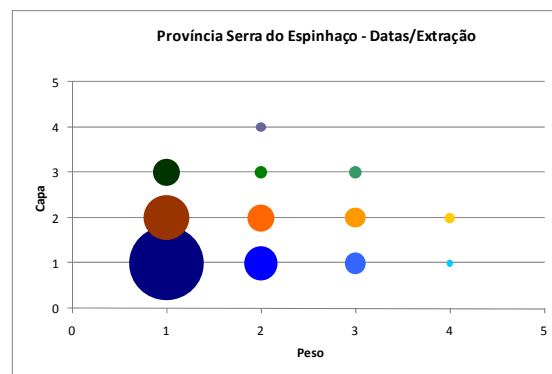


Figura 34: Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Campos de Datas/Extração.

Para a Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol (Figura 35) registra-se a probabilidade de 54,66 % de ocorrências de diamantes sem capas e com peso entre 0,01-0,25 ct (1). Cristais com pontos verdes (2) e peso 1, mostram 12,96% de chance de ocorrência, enquanto que sem capa e com peso entre 0,26-0,60 (2), 12,55%. Outras variações ocorrem, mas não ultrapassam 7,3 %.

Probabilidades				
Peso/Capa	1	2	3	4
1	54,66	12,96	7,29	0,40
2	12,55	3,24	3,24	0,00
3	2,02	0,40	2,02	0,00
4	0,40	0,00	0,00	0,00
5	0,40	0,40	0,00	0,00

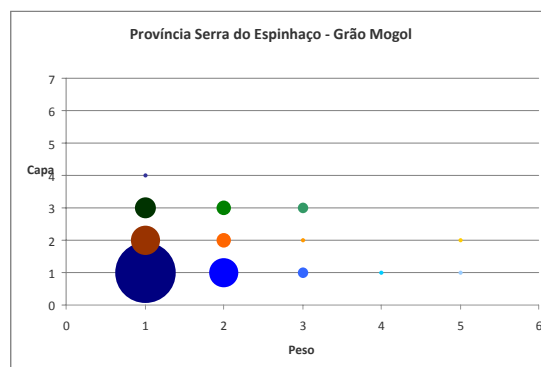


Figura 35: Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol.

A Figura 36 destaca que a probabilidade de ocorrência de diamantes sem capas e peso entre 0,01-0,25 ct (1) no Distrito de Jequitai é de 36,94%, mais que o dobro da segunda combinação, que é de peso entre 0,26-0,60 (2) e sem capas, com 18,02 %. Manchas verdes (2) e peso entre 0,26-0,60 (2), mostram 11,71%, assim como peso 1 e capas amarelas/marrons (4). As demais combinações são escassas e não alcançam valores de maiores que 3,6%.

Probabilidades				
Peso/Capa	1	2	3	4
1	36,94	11,71	1,80	11,71
2	18,02	0,90	0,90	2,70
3	3,60	0,00	1,80	1,80
4	3,60	0,90	0,90	0,00
5	2,70	0,00	0,00	0,00

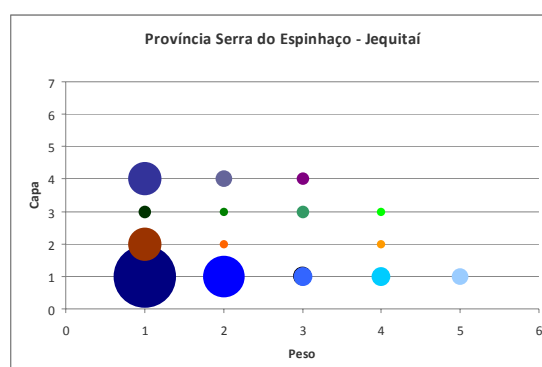


Figura 36: Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Serrado Espinhaço – Distrito de Jequitai.

Na Figura 37 os dados mostram que para Província Serra do Espinhaço, Distrito de Diamantina – Rio Jequitinhonha as maiores probabilidades se dão para os diamantes sem capas (1), com peso entre 0,61-1,20 ct (3) (21,66%), entre 0,26-0,60 ct (2) (19,41%) e entre

0,01-0,25 ct (1) (16,46%). Além desses, existem probabilidades diversas como denota o gráfico, mas que não alcançam mais do que 7,45%.

Probabilidades				
Peso/Capa	1	2	3	4
1	16,46	5,37	3,47	0,00
2	19,41	3,99	5,72	0,00
3	21,66	6,41	7,45	0,17
4	4,33	1,91	0,69	0,00
5	2,43	0,00	0,52	0,00

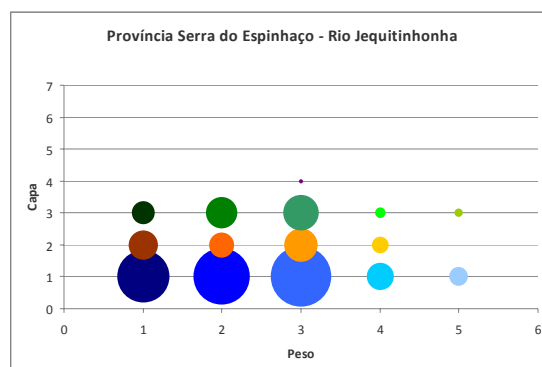


Figura 37: Gráfico referente a relação peso x capa, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Rio Jequitinhonha.

Dissolução/Quebras

A probabilidade de ocorrência de dissolução com quebras na clivagem mostra que na Província Alto Paranaíba, 28,48 % dos cristais, ocorrem dissolvidos (3) e intactos (1). Também intactos, mas com dissolução médio/visível (2) tem a probabilidade 25,11% de ocorrência. A terceira maior probabilidade é de 11,66% para cristais dissolvidos (3) com quebras perceptíveis (3), enquanto outras probabilidades não alcançam 6% (Figura 38).

Probabilidades				
Dissolução/Quebras	1	2	3	4
1	1,12	0,00	0,00	0,45
2	25,11	1,79	3,14	2,24
3	28,48	5,83	11,66	2,69
4	4,93	3,81	3,36	1,57
5	2,47	0,22	1,12	0,00

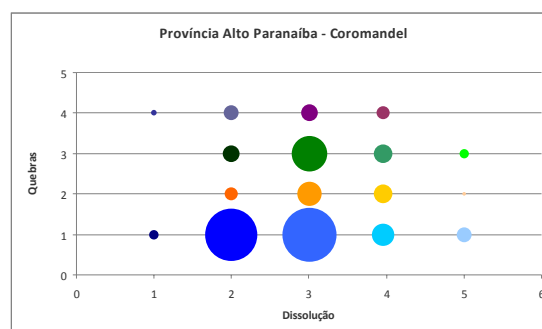


Figura 38: Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província Alto Paranaíba.

A Figura 39 mostra que na Província Noroeste São Francisco predomina com quase 40%, a probabilidade de ocorrência de cristais intactos (1) com dissolução no grau médio visível (2). Outras combinações ocorrem, entre estas, cristais dissolvidos (3) e intactos

(1) com 11,%; intactos e sem dissolução (1) (9,66%). Outras combinações menos expressivas ocorrem, entretanto não atingem 8% de probabilidade.

Dissolução/Quebras	Probabilidades			
	1	2	3	4
1	9,66	0,00	1,38	6,90
2	39,31	7,59	4,83	0,69
3	11,03	6,90	4,83	0,69
4	2,07	0,69	0,00	0,00
5	2,76	0,00	0,69	0,00

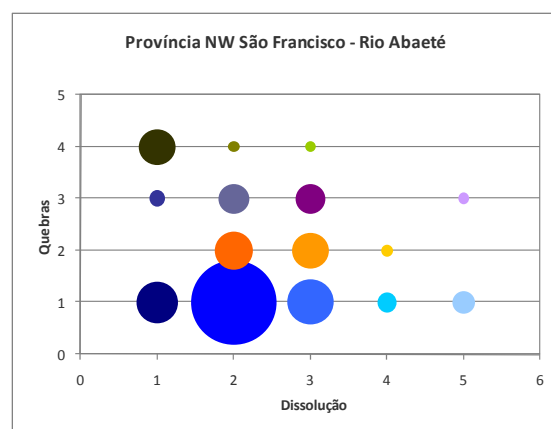


Figura 39: Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província Noroeste São Francisco.

Para a Província Serra da Canastra, a maior probabilidade de ocorrência se dá com diamantes intactos e com dissolução médio/visível (2), correspondendo a 39,07%. Seguido desses, 22,13% têm possibilidade de ocorrerem sem dissolução, mas com quebras perceptíveis (3), e 19,13% têm a probabilidade para ocorrerem sem quebras e sem dissolução (Figura 40).

Dissolução/Quebras	Probabilidades			
	1	2	3	4
1	19,13	0,00	0,00	0,00
2	39,07	6,28	0,55	0,00
3	22,13	7,65	1,37	0,27
4	1,64	0,55	0,27	0,27
5	0,55	0,00	0,27	0,00

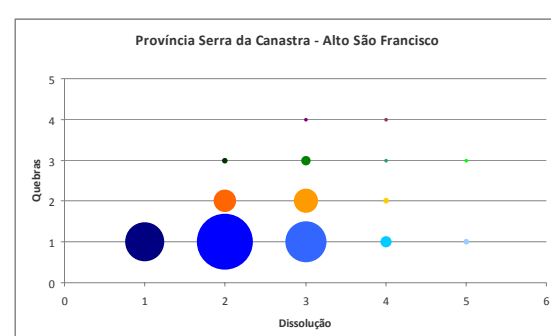


Figura 40: Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província Serra da Canastra.

Conforme nota-se na Figura 41 nos campos de Datas/Extração, aparecem duas maiores possibilidades de ocorrência de diamantes na combinação dissolução x quebras: a primeira, com 46,55%, para diamantes intactos e com dissolução médio/visível (2); e a segunda com 36,21% para também diamantes intactos, mas dissolvidos (3).

Probabilidades				
Dissolução/ Quebras	1	2	3	4
1	8,62	0,00	0,00	0,00
2	46,55	0,86	1,29	0,00
3	36,21	1,72	0,00	3,88
4	0,86	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00

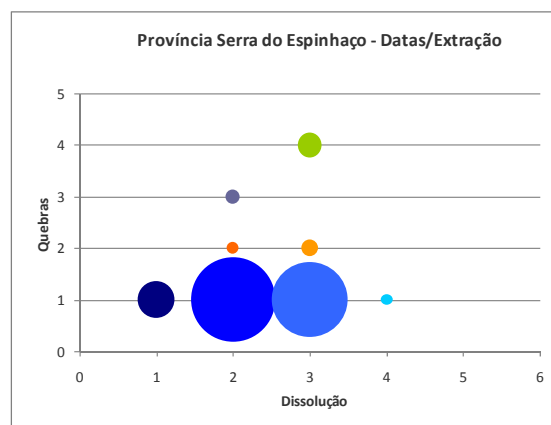


Figura 41: Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Campos de Datas/Extração.

A Figura 42 mostra que a probabilidade de ocorrência de diamantes intactos é maior do que 85% em Grão Mogol. Destes, destacam-se cerca de 55% com grau de dissolução médio visível (2), 20% sem dissolução, e 10% dissolvidos.

Probabilidades				
Dissolução/ Quebras	1	2	3	4
1	20,65	0,40	0,40	0,40
2	55,06	3,64	4,86	0,81
3	10,12	0,81	2,02	0,40
4	0,00	0,00	0,40	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00

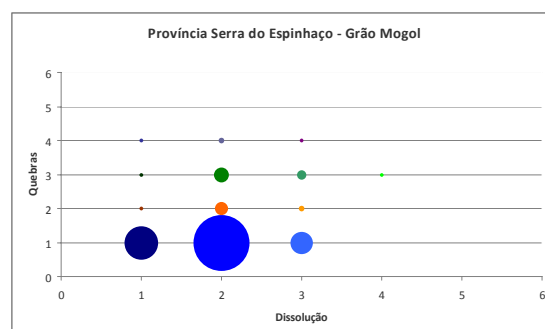


Figura 42: Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol.

Os resultados apresentados na Figura 43, mostram bastante similaridade com os mesmos para Grão Mogol. A probabilidade de ocorrência de diamantes intactos aparece com 92% para a Província Serra do Espinhaço – Distrito de Jequitaiá, sendo que 45,95% mostraram-se levemente quebrados (2) e 41,44% são intactos, enquanto que 5,41% mostram quebras perceptíveis (3).

Probabilidades				
Dissolução/ Quebras	1	2	3	4
1	41,44	0,00	1,80	0,00
2	45,95	0,90	3,60	0,00
3	5,41	0,00	0,90	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00

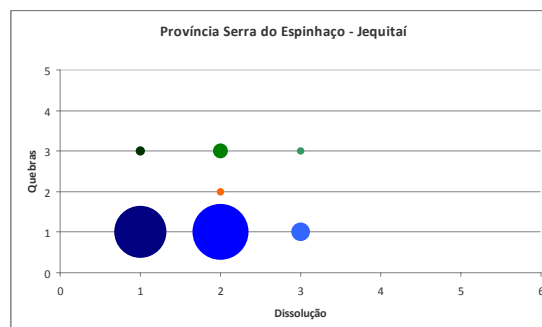


Figura 43: Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província do Espinhaço – Distrito de Jequitaiá.

Os diamantes da Província Serra do Espinhaço – Rio Jequitinhonha apresentam 70,71% de probabilidade de aparecerem intactos e com dissolução médio/visível (2). Seguidos dessa classe, ocorrem os cristais sem dissolução (1) e intactos (1) (10,71%), e os cristais sem dissolução (1) e quebras perceptíveis (3) (6,76%), enquanto que outras possibilidades ocorrem em classes que não alcançam 5% (Figura 44).

Probabilidades				
Dissolução/ Quebras	1	2	3	4
1	10,23	0,00	0,35	0,00
2	70,71	2,25	4,33	0,17
3	6,76	0,17	1,04	0,00
4	0,17	0,00	0,00	0,00
5	3,47	0,00	0,35	0,00

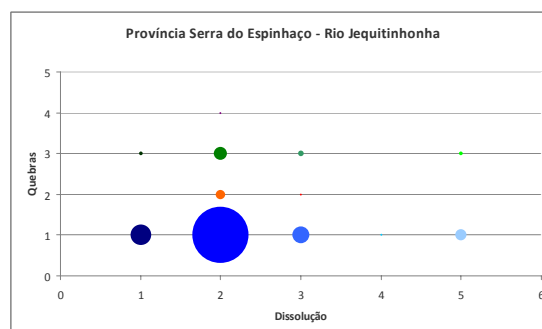


Figura 44: Gráfico referente a relação dissolução x quebras na clivagem, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Rio Jequitinhonha.

Qualificação/Peso

Na Província Alto Paranaíba, observa-se que, quando o objeto é a probabilidade de ocorrência de diamantes em relação a qualificação comercial e peso, ocorrem inúmeras possibilidades. A classe predominante é a qualificação gema 1 (1) e peso entre 0,61-1,20 ct (3), com 16,59%. Esse percentual é seguido pela ocorrência de qualificação industrial (4) e pesos de baixa quilatagem 0,01-0,25 ct (1) (12,11%); qualificação gema 2 (2) e peso entre 0,26-0,60 ct (2) (8,97%); qualificação *chip* (3) e peso entre 0,61-1,20 ct (3) (7,85%) e

qualificação gema 2 e peso 3 (6,73%), além de outras classes que têm probabilidades de 1,12 a 5,61% conforme indicado na Figura 45.

Probabilidades					
Qualificação/Peso	1	2	3	4	5
1	1,12	2,47	2,24	1,12	2,69
2	4,26	8,97	6,73	4,71	5,61
3	16,59	7,85	5,61	4,26	4,26
4	12,11	5,83	2,02	0,90	0,67

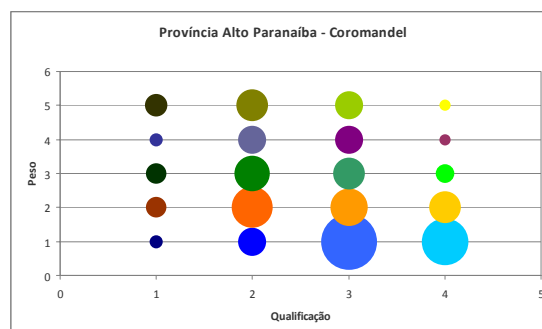


Figura 45: Gráfico referente a relação qualificação comercial x peso, na Província Alto Paranaíba.

A Figura 46 mostra que são múltiplas as associações entre qualificação comercial e peso para a Província Noroeste São Francisco, situação que mostra similaridade à mesma para o Alto Paranaíba. Nota-se que os maiores percentuais de probabilidade aparecem para a qualificação gema 2 e peso entre 0,61-1,20 ct (3) (14,48%); e *chip* (3) com peso entre 0,26-0,60 ct (2) 13,10. Destacam-se ainda cristais gema 2 com peso > 2 ct (5) (9,66%); peso 2 e gema 2 (8,28%); peso 1 e *chip* (3) (6,90%). Diversas outras combinações são passíveis de ocorrer, entretanto com percentuais abaixo de 6%.

Probabilidades					
Qualificação/Peso	1	2	3	4	5
1	1,38	4,14	5,52	4,83	0,69
2	4,14	8,28	14,48	3,45	9,66
3	6,90	13,10	5,52	2,76	5,52
4	1,38	4,14	0,69	1,38	2,07

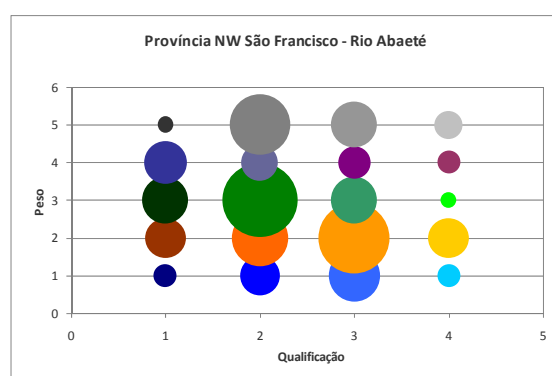


Figura 46: Gráfico referente a relação qualificação comercial x peso, na Província do Noroeste São Francisco.

Assim como registrado na Província Alto Paranaíba, o que se nota na Província da Serra da Canastra (Figura 47) também são múltiplas probabilidades. Há, contudo, um predomínio em classes de peso entre 0,01-0,25 ct (1), sendo peso 1 e qualificação *chip* (3) a maior probabilidade, com 19,13%, seguidos de peso 1 e qualificação industrial (4) (14,75%), peso 1 e qualificação gema 1 (10,93%) e peso 1 e qualificação gema 2 (10,38%). Além

desses, destaca-se a classe peso entre 0,26-0,60 (2) e qualificação gema 1 com 8,2%. Outras combinações podem ser possíveis, mas, no entanto não alcançam 5%.

Probabilidades					
Qualificação/Peso	1	2	3	4	5
1	10,93	8,20	4,10	2,73	3,83
2	10,38	3,28	3,28	0,82	3,55
3	19,13	3,55	1,91	0,27	1,64
4	14,75	4,64	3,01	0,00	0,00

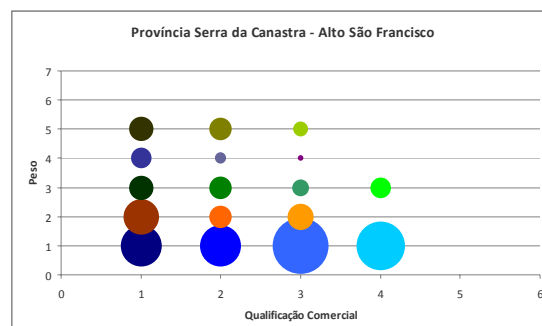


Figura 47: Gráfico referente a relação qualificação comercial x peso, na Província Serra da Canastra.

Na Província Serra do Espinhaço – campos de Datas/Extração observa-se que a probabilidade maior de ocorrência de diamantes conforme qualificação comercial e peso se dão na qualificação industrial (4) e peso entre 0,01-0,25 ct (1) com 43,1%. Também com peso 1 e qualificações *chip* (3) e gema 2 ocorrem as outras classes mais frequentes, com 13,36 e 10,76 % respectivamente (Figura 48).

Probabilidades					
Qualificação/Peso	1	2	3	4	5
1	3,88	1,29	1,72	0,00	0,00
2	10,78	9,91	5,60	1,29	0,00
3	13,36	5,60	1,29	0,00	0,00
4	43,10	2,16	0,00	0,00	0,00

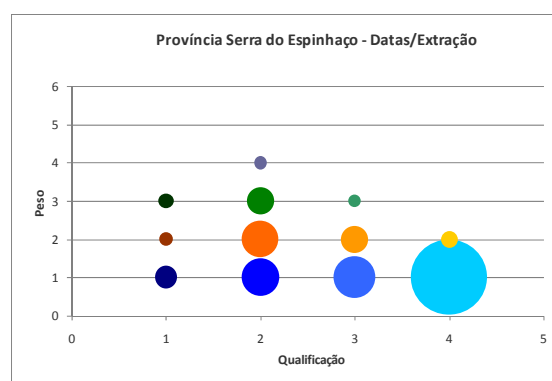


Figura 48: Gráfico referente a relação qualificação comercial x peso, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Campos de Datas/Extração.

Para a Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol, as probabilidades maiores de ocorrência se dão em diamantes de peso entre 0,01-0,25 ct (1), mas com qualificações gema 2 (34,01%), indústria (4) (25,51%) e *chip* (3) (14,57%). Ainda merecem destaques a qualificação gema 2 e peso entre 0,26-0,60 ct (2) (8,91%) e qualificação indústria (4) e peso 2, com 5,26% (Figura 49).

Probabilidades				
Qualificação/Peso	1	2	3	4
1	0,81	2,02	0,00	0,00
2	34,01	8,91	2,83	0,40
3	14,57	5,26	1,21	0,00
4	25,51	3,24	0,40	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00

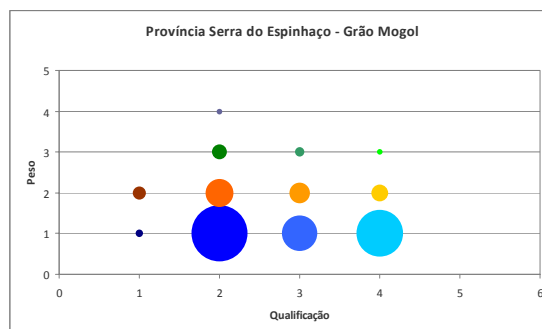


Figura 49: Gráfico referente a relação qualificação comercial x peso, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol.

Na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Jequitaiá, 40,54% é a probabilidade de ocorrer diamantes com peso entre 0,01-0,25 ct (1) e qualificação gema 2. Outras combinações entre peso e qualificação podem ocorrer em menores proporções, como peso entre 0,26-0,60 ct (2) e qualificação gema 2, com 12,61% e peso 1 e qualificação gema 1, com 8,11% (Figura 50).

Probabilidades					
Qualificação/Peso	1	2	3	4	5
1	8,11	4,50	0,90	2,70	0,90
2	40,54	12,61	5,41	1,80	0,90
3	7,21	4,50	0,00	0,90	0,90
4	7,21	0,00	0,90	0,00	0,00

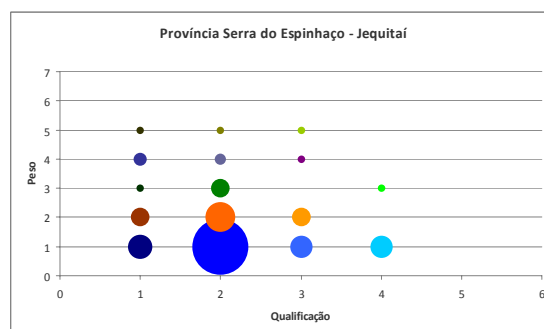


Figura 50: Gráfico referente a relação qualificação comercial x peso, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Jequitaiá.

Na Província Serra do Espinhaço – Rio Jequitinhonha (Figura 51), as probabilidades de ocorrência se dão especialmente na qualificação gema 2, com peso entre 0,61-1,20 ct (3) (21,66%), peso entre 0,26-0,60 ct (2) (14,04%) e peso entre 0,01-0,25 ct (1) (11,09%). Também existe a probabilidade de ocorrência em muitas outras classes, mas com valores menores, sempre abaixo de 8%.

Probabilidades					
Qualificação/Peso	1	2	3	4	5
1	0,69	1,56	5,55	1,04	1,21
2	11,09	14,04	21,66	4,51	1,21
3	6,76	10,40	7,11	1,39	0,35
4	6,76	3,12	1,39	0,00	0,17

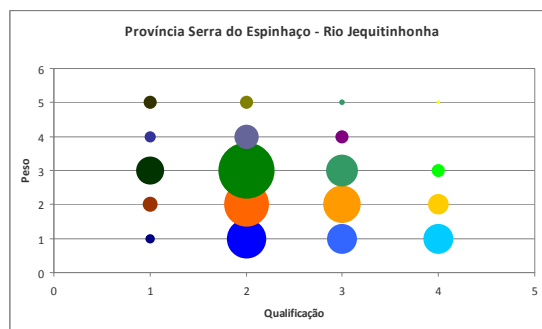


Figura 51: Gráfico referente a relação qualificação comercial x peso, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Rio Jequitinhonha.

Qualificação/Forma

No que se refere a qualificação e forma, na Província Alto Paranaíba também pode-se observar que são as múltiplas possibilidades de ocorrência (Figura 52), há um singelo destaque para as classes de forma rombododecaedro (2) e qualificação gema 2 (17,49%), forma irregular (5) e qualificação *chip* (3) (16,14%) e qualificação *chip* (3) e forma rombododecaedro (2) (13,68%). Além disso, probabilidades de ocorrência com outras combinações ocorrem, mas não alcançam 10%.

Probabilidades						
Qualificação/Forma	1	2	3	4	5	6
1	3,14	5,83	0,00	0,00	1,35	0,00
2	6,50	17,49	0,00	0,00	4,04	0,00
3	6,50	13,68	0,22	3,36	16,14	0,90
4	2,24	3,81	0,45	4,26	8,52	1,57

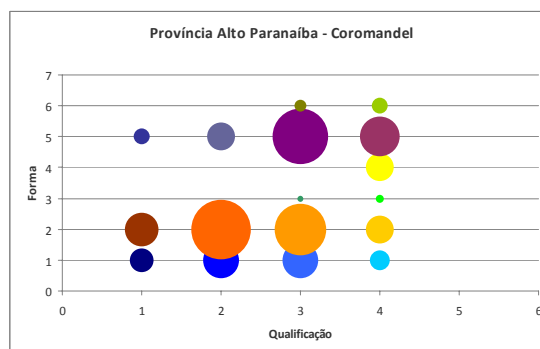


Figura 52: Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Alto Paranaíba.

A Figura 53 mostra que também as probabilidades de associação entre qualificação comercial e forma são diversas. Os maiores percentuais aparecem para gema 2 com forma rombododecaedro (22%); *chip* (3) com forma irregular (5) (18,6%); *chip* com forma rombododecaedro (11,72%); gema 2 com forma irregular (9,66%). Outras combinações apresentam percentuais inferiores a 8%.

Probabilidades						
Qualificação/Forma	1	2	3	4	5	6
1	6,21	7,59	0,00	0,00	2,07	0,00
2	7,59	22,07	0,00	0,00	9,66	0,00
3	3,45	11,72	0,00	1,38	18,62	0,00
4	0,00	3,45	0,00	0,69	4,14	1,38

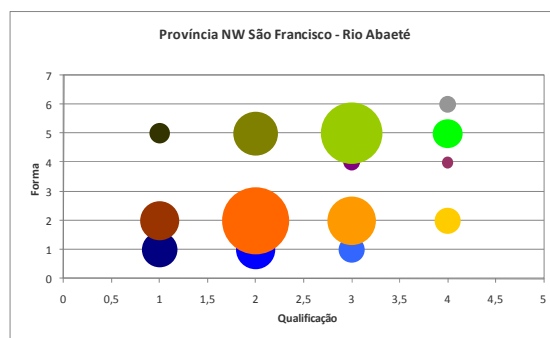


Figura 53: Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Noroeste São Francisco.

Para a Província Serra da Canastra, em relação a qualificação e forma dos diamantes (Figura 54), a maior probabilidade de ocorrência são para diamantes de forma octaedro (1) e qualificação gema 1, com 25,41%. Seguidos dessa classe, aparecem os diamantes com forma irregular (5) e qualificações *chip* (3) e indústria (4) com 14,21 % de probabilidade para cada. Além desses, para os diamantes com forma octaedro (1) e qualificação gema 2 e *chip* (3) existe a probabilidade de 9,84%.

Probabilidades						
Qualificação/Forma	1	2	3	4	5	6
1	25,41	3,01	0,00	0,00	1,37	0,00
2	9,84	4,92	0,00	0,00	6,83	0,00
3	9,84	0,55	0,00	1,37	14,21	0,00
4	3,28	0,27	0,00	1,64	14,21	3,28

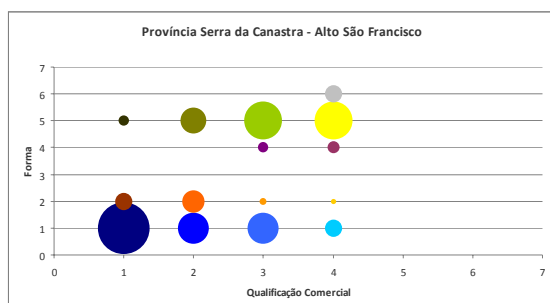


Figura 54: Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Serra da Canastra.

Na Província Espinhaço – Datas/Extração, no que se refere a probabilidade de ocorrência de diamantes conforme qualificação comercial e forma (Figura 55), observa-se múltiplas possibilidades de ocorrência. A maior probabilidade se dá para qualificação gema 2 e forma rombododecaedro (2), com 21,12%, seguidos também por forma rombododecaedro (2) e qualificação indústria (4) (16,38%), qualificação 4 e forma irregular (5) (15,52%) e qualificação *chip* (3) e forma 2, com 14,22%. Já outras combinações não excedem 8,6%.

Probabilidades						
Qualificação/Forma	1	2	3	4	5	6
1	1,29	4,31	0,00	0,00	1,29	0,00
2	6,03	21,12	0,00	0,00	0,43	0,00
3	3,02	14,22	0,00	0,43	2,59	0,00
4	8,62	16,38	0,00	4,31	15,52	0,43

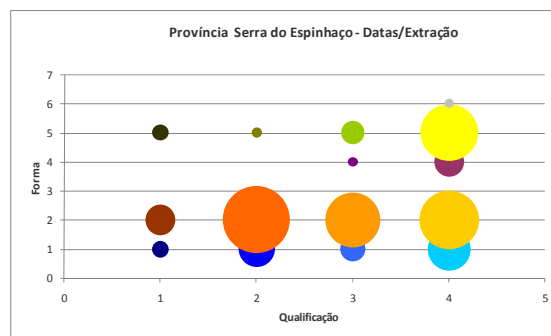


Figura 55: Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – campos de Datas/Extração.

O que se pode caracterizar na Província Serra do Espinhaço – Grão Mogol são probabilidades de ocorrências com destaque em duas classes, a de qualificação gema 2 e forma rombododecaedro (2), com 24,29% e qualificação gema 2 e forma octaedro (1), com 18,62%. Além disso, várias outras probabilidades com valores de até 8,5% ocorrem, como denota a Figura 56.

Probabilidades						
Qualificação/Forma	1	2	3	4	5	6
1	2,83	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00
2	18,62	24,29	0,00	0,00	2,83	0,00
3	6,88	4,05	0,40	3,24	6,48	1,21
4	3,64	8,50	1,21	4,05	7,69	2,83

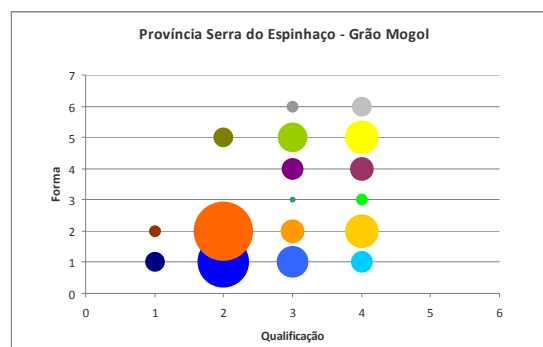


Figura 56: Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Grão Mogol.

Conforme a Figura 57, na relação entre qualificação comercial x forma, no Distrito de Jequitaiá verifica-se uma situação similar à de Grão Mogol. As maiores probabilidades ocorrem para diamantes de qualificação gema 2 e forma rombododecaedro (2), com 35,14% e qualificação gema 1 e forma octaedro (1) com 21,62%. Outras classes mostram probabilidades menores, que não excedem a 9,9%.

Probabilidades						
Qualificação/Forma	1	2	3	4	5	6
1	9,91	6,31	0,00	0,00	0,00	0,00
2	21,62	35,14	0,00	0,00	3,60	0,90
3	2,70	6,31	0,00	1,80	3,60	0,00
4	0,00	5,41	0,00	1,80	0,00	0,90

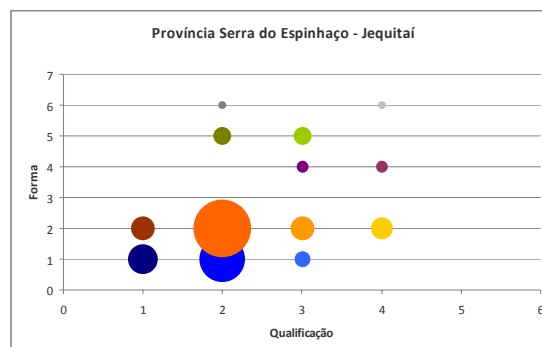


Figura 57: Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Jequitai.

A Figura 58 denota que a Província Serra do Espinhaço – Rio Jequitinhonha também refletiu o que se observou nos campos de Grão Mogol e Jequitai. As maiores probabilidades de ocorrência de diamantes, aparecem com qualificação gema 2 e forma rombododecaedro (2), com 37,95% e qualificação gema 2 e forma octaedro (1), com 12,13%. Todavia, também são representativos diamantes com qualificação *chip* (3) e forma irregular (5), com 10,92% e qualificação gema 1 e forma octaedro (2), com 8,84%.

Probabilidades						
Qualificação/Forma	1	2	3	4	5	6
1	1,56	8,84	0,00	0,00	0,00	0,00
2	12,13	37,95	0,00	0,35	1,91	0,00
3	3,81	7,45	0,00	3,29	10,92	0,17
4	0,17	2,25	0,35	6,59	1,73	0,52

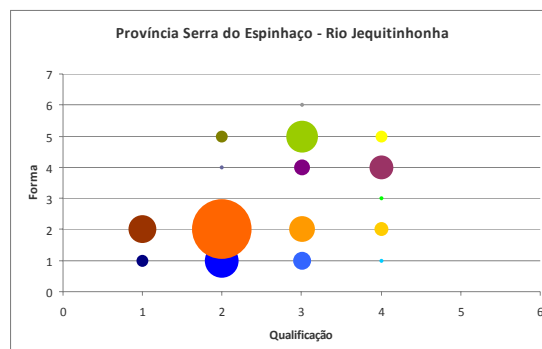


Figura 58: Gráfico referente a relação qualificação comercial x forma, na Província Serra do Espinhaço – Distrito de Diamantina – Rio Jequitinhonha.

6.2.2 – Análise Descritiva

A análise descritiva é apresentada na forma de tabelas e gráficos, seguidos de uma breve descrição dos resultados obtidos.

De acordo com a Tabela 14, que ressalta o percentual e a quantidade de indivíduos estudados em cada província diamantífera, bem como os respectivos distritos e campos, nota-se que a maior parte dos diamantes analisados foram da região do Rio Jequitinhonha (27,05%)

e o do Distrito de Jequitai é a área que apresenta a menor quantidade de diamantes na amostra estudada (5,21%). A Figura 59 permite uma melhor visualização da distribuição de diamantes de acordo com sua região de produção.

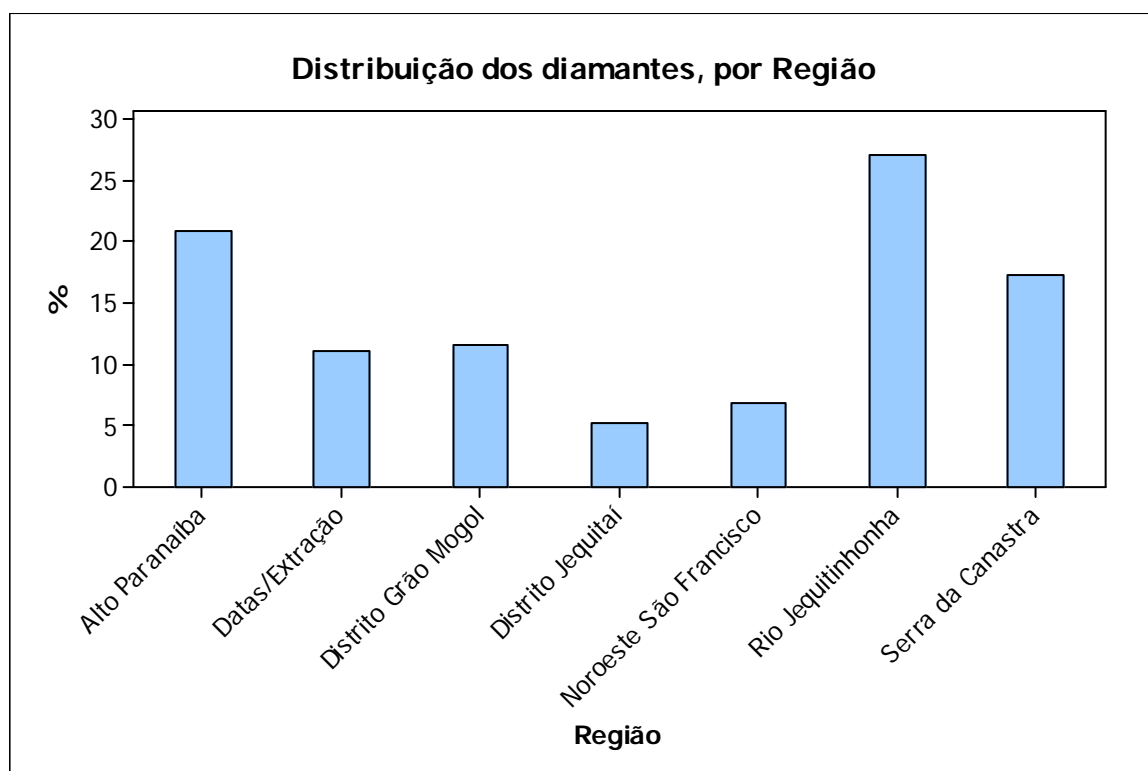


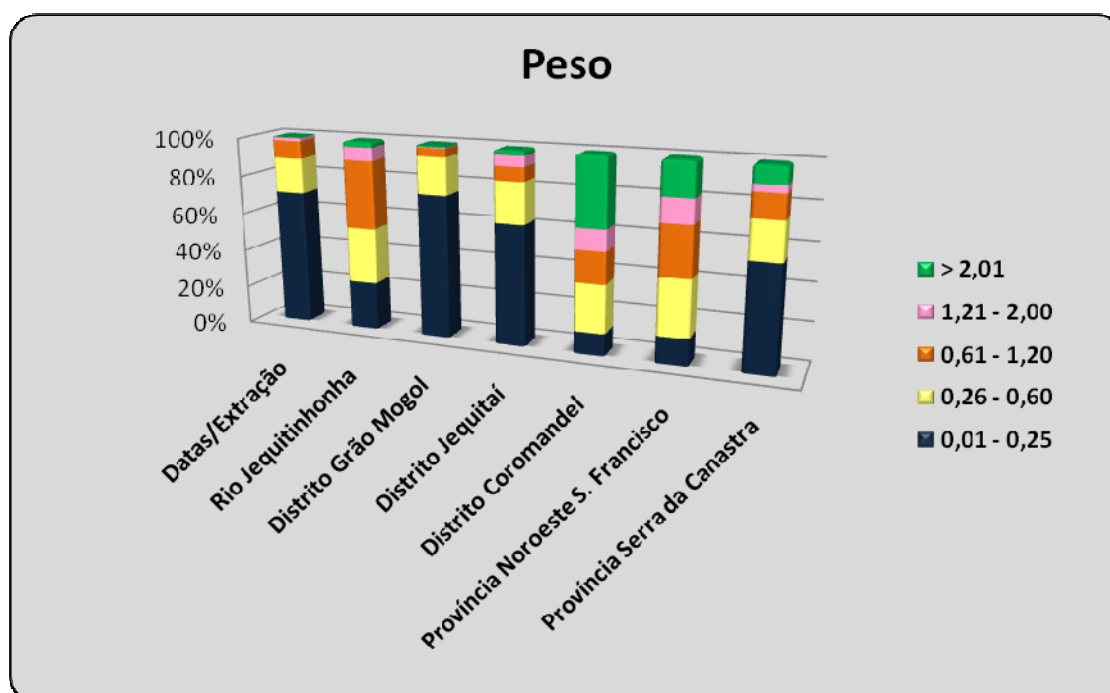
Figura 59: Gráfico denotando o percentual de diamantes estudados, por região de Minas Gerais.

Os parâmetros estudados em lotes de diamantes, segundo características de ordem primária (peso, forma, cor, pureza e dissolução) e de ordem secundária (quebras, capas e qualificação comercial), são apresentados, em análise descritiva, a seguir.

Conforme observa-se na Tabela 16, em geral, do total de diamantes amostrados, aqueles com baixo peso (entre 0,01 e 0,25) são mais frequentes (39,5%), enquanto os diamantes com peso entre 1,21 e 2,00 são menos frequentes (6,2%) na amostra. A Figura 60 permite concluir que as regiões do Distrito de Grão Mogol e de Datas/Extração são as que possuem maior quantidade de diamantes com baixo peso, enquanto que os diamantes de maior peso estão concentrados nas regiões do Distrito de Coromandel (Alto Paranaíba) e da Província Noroeste São Francisco.

Tabela 16: Distribuição dos diamantes, de acordo com o peso e região de produção.

Região	Peso (%)					Total
	0,01 - 0,25	0,26 - 0,60	0,61 - 1,20	1,21 - 2,00	> 2,01	
Província Serra do Espinhaço						
<i>Distrito Diamantina</i>						
Datas/Extração	168 (7,9)	44 (2,0)	22 (1,0)	4 (0,2)	0	238 (11,1)
Rio Jequitinhonha	145 (6,8)	168 (7,9)	206 (9,7)	40 (1,9)	17 (0,8)	576 (27,1)
<i>Distrito Grão Mogol</i>						
Datas/Extração	184 (8,6)	48 (2,3)	11 (0,5)	1 (0,04)	2 (0,1)	246 (11,5)
<i>Distrito Jequitaiá</i>						
Datas/Extração	70 (3,3)	24 (1,1)	8 (0,4)	6 (0,3)	3 (0,14)	111 (5,2)
Província Alto Paranaíba						
<i>Distrito Coromandel</i>						
Datas/Extração	51 (2,4)	112 (5,3)	74 (3,5)	49 (2,3)	160 (7,5)	446 (20,9)
Província Noroeste São Francisco						
Datas/Extração	20 (0,9)	43 (2,0)	38 (1,8)	18 (0,8)	26 (1,2)	145 (6,8)
Província Serra da Canastra						
<i>Distrito Alto São Francisco</i>						
Datas/Extração	202 (9,5)	73 (3,4)	45 (2,1)	14 (0,7)	33 (1,5)	367 (17,2)
Total	840 (39,5)	512 (24,1)	404 (18,9)	132 (6,2)	241 (11,3)	2.129 (100,0)

**Figura 60:** Distribuição percentual dos diamantes, de acordo com o peso, para cada região de produção.

De acordo com a Tabela 17 nota-se que a cor mais frequente na amostra é a incolor-amarelado (48,3 %) e a menos frequente é a *fancy* (1,9 %). A Figura 61 mostra que as regiões do Rio Jequitinhonha e de Datas/Extração possuem maior quantidade de diamantes incolor amarelado, e as regiões do Distrito de Coromandel (Alto Paranaíba) e Província Serra

da Canastra são as que possuem os maiores percentuais de diamantes incolor. A região do Distrito de Grão Mogol possui maior quantidade de diamantes de cor amarelada. As cores *fancies* estão associadas às províncias Alto Paranaíba e Noroeste São Francisco.

Analisando a Tabela 18 nota-se que a forma mais frequente na amostra é o rombododecaedro (40,7%) e a menos frequente é o diamante tipo agregado (2,04%). Uma análise da Figura 62 permite afirmar que a região da Província Serra da Canastra apresenta menor porcentagem de diamantes com forma de rombododecaedro e maior porcentagem de diamantes com forma de octaedro. As regiões de Datas/Extração, Rio Jequitinhonha e Distrito Jequitaí são as que apresentam maior quantidade de diamantes com forma rombododecaedro. Os diamantes agregados são praticamente inexistentes nas regiões de Datas/Extração e Rio Jequitinhonha.

Tabela 17: Distribuição dos diamantes, de acordo com a cor e região de produção.

Região	Cor (%)					Total
	Amarelado	Cor industrial	Fancy	Incolor	Incolor - amarelado	
Província Serra do Espinhaço						
<i>Distrito Diamantina</i>						
Datas/Extração	77 (3,6)	3 (0,15)	0	23 (1,1)	135 (6,3)	238 (11,1)
Rio Jequitinhonha	75 (3,5)	11 (0,5)	1 (0,04)	58 (2,7)	431 (20,2)	576 (27,1)
<i>Distrito Grão Mogol</i>	111 (5,2)	13 (0,6)	0	27 (1,7)	95 (4,5)	246 (11,5)
<i>Distrito Jequitaí</i>	14 (0,6)	3 (0,15)	1 (0,04)	35 (1,6)	58 (2,7)	111 (5,2)
Província Alto Paranaíba						
<i>Distrito Coromandel</i>	58 (2,7)	11 (0,5)	34 (1,6)	204 (9,6)	139 (6,5)	446 (20,9)
Província Noroeste São Francisco	22 (1,0)	6 (0,3)	5 (0,2)	55 (2,6)	57 (2,7)	145 (6,8)
Província Serra da Canastra						
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	27 (1,3)	17 (0,8)	1 (0,04)	208 (9,8)	114 (5,3)	367 (17,2)
Total	384 (18,0)	64 (3,0)	42 (1,9)	610(28,6)	1029 (48,3)	2.129 (100)

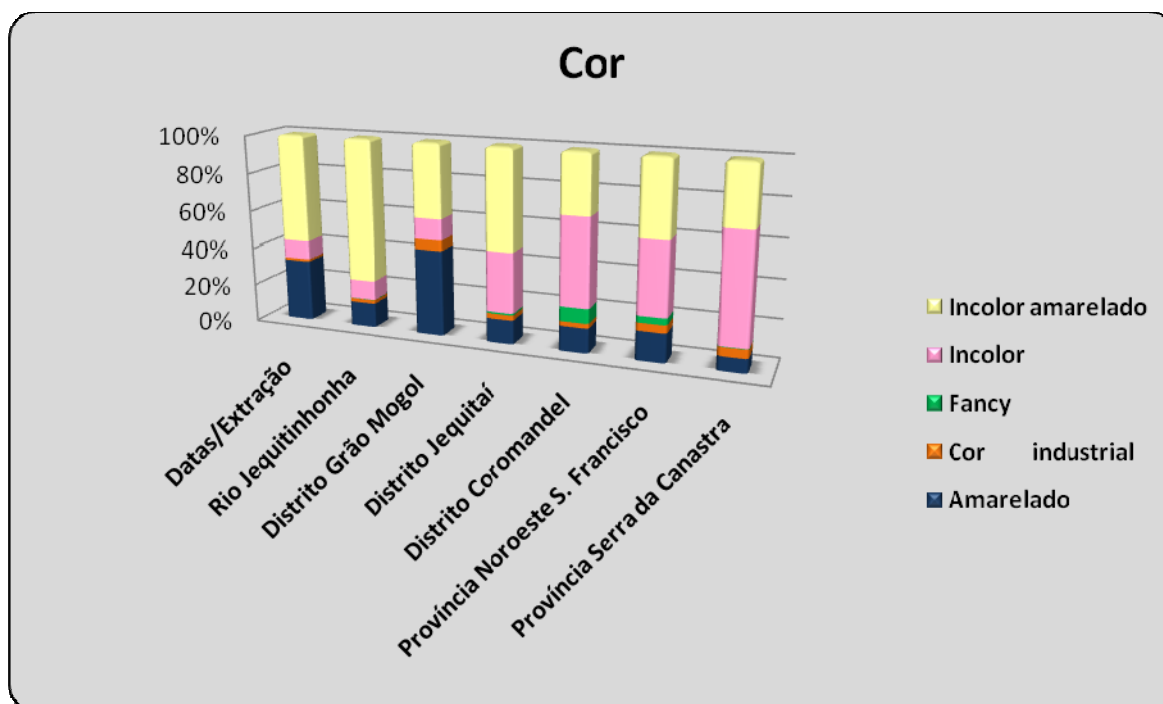


Figura 61: Distribuição percentual dos diamantes, de acordo com a cor, para cada região de produção.

Tabela 18: Distribuição dos diamantes, de acordo com a forma e região de produção.

Região	Forma (%)					Total
	Agregado	Geminado	Irregular	Octaedro	Rombodo-decaedro	
Província Serra do Espinhaço						
<i>Distrito Diamantina</i>						
Datas/Extração	1 (0,04)	11 (0,5)	46 (2,1)	47 (2,2)	133 (6,2)	238 (11,2)
Rio Jequitinhonha	4 (0,2)	58 (2,7)	81 (3,8)	137 (6,4)	296 (13,9)	576 (27,1)
<i>Distrito Grão Mogol</i>	10 (0,5)	18 (0,8)	42 (1,9)	78 (3,6)	98 (4,6)	246 (11,5)
<i>Distrito Jequitai</i>	2 (0,1)	4 (0,2)	8 (0,4)	38 (1,8)	59 (2,7)	111 (5,2)
Província Alto Paranaíba						
<i>Distrito Coromandel</i>	11 (0,5)	34 (1,6)	135 (6,3)	81 (3,8)	185 (8,7)	446 (20,9)
Província Noroeste São Francisco	2 (0,1)	3 (0,15)	51 (2,4)	25 (1,2)	64 (3,0)	145 (6,8)
Província Serra da Canastra						
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	12 (0,6)	11 (0,5)	134 (6,3)	178 (8,4)	32 (1,5)	367 (17,2)
Total	42 (2,04)	139 (6,5)	497 (23,3)	584 (27,4)	867 (40,7)	2.129 (100,0)

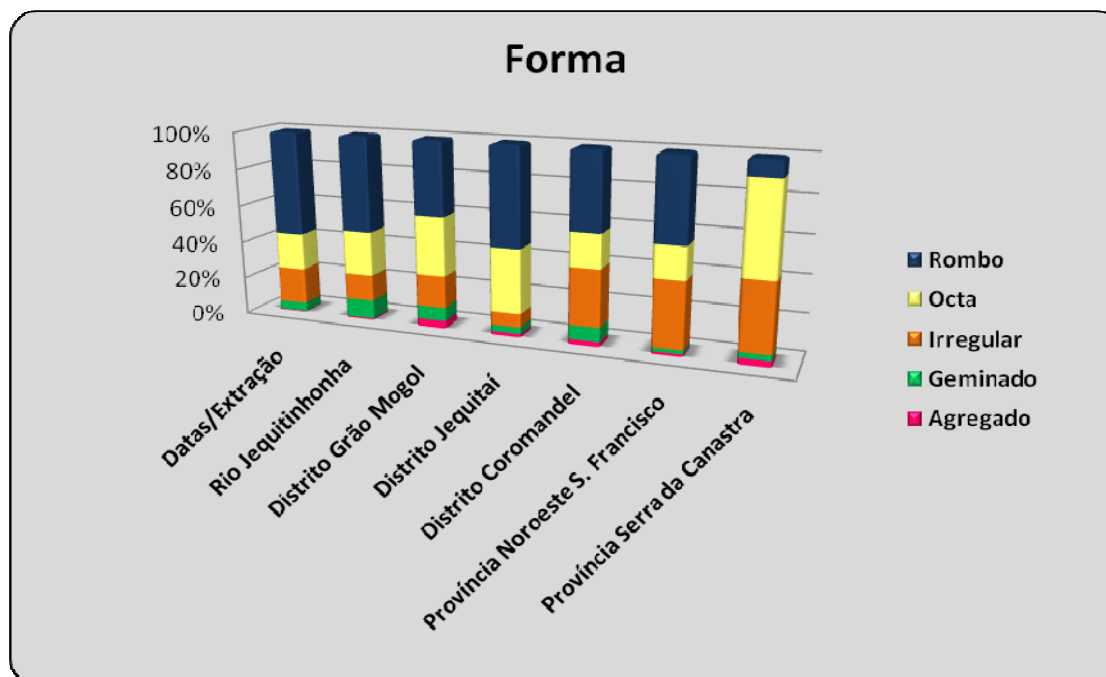


Figura 62: Distribuição percentual dos diamantes, de acordo com a forma, para cada região de produção.

A partir da análise da Tabela 19, observa-se que os diamantes de maior pureza predominam (51,5% de diamantes com pureza 1). Analisando a Figura 63, nota-se que as regiões do Rio Jequitinhonha e Distrito de Jequitai apresentam maior porcentagem de diamantes mais puros (pureza 1). Em seguida, aparece a região da Província Noroeste São Francisco, com maior porcentagem de diamantes de pureza 2. Os diamantes mais impuros estão mais concentrados nos distritos de Coromandel (Alto Paranaíba) e de Grão Mogol.

Tabela 19: Distribuição dos diamantes, de acordo com a pureza e região de produção.

Região	Pureza					Total
	1	2	3	4	5	
Província Serra do Espinhaço						
<i>Distrito Diamantina</i>						
Datas/Extração	113 (5,3)	43 (2,0)	26 (1,2)	55 (2,6)	1 (0,04)	238 (11,2)
Rio Jequitinhonha	442 (20,7)	47 (2,2)	51 (2,4)	36 (1,7)	0	576 (27,1)
<i>Distrito Grão Mogol</i>	123 (5,7)	37 (1,8)	46 (2,1)	30 (1,4)	10 (0,5)	246 (11,5)
<i>Distrito Jequitai</i>	74 (3,5)	21 (1,0)	10 (0,5)	4 (0,2)	2 (0,1)	111 (5,2)
Província Alto Paranaíba						
<i>Distrito Coromandel</i>	194 (9,1)	151 (7,1)	58 (2,7)	29 (1,4)	14 (0,7)	446 (20,9)
Província Noroeste São Francisco	57 (2,7)	72 (3,4)	11 (0,5)	1 (0,04)	4 (0,2)	145 (6,8)
Província Serra da Canastra						
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	93 (4,4)	127 (5,9)	103 (4,9)	32 (1,5)	12 (0,6)	367 (17,2)
Total	1.096 (51,5)	498 (23,4)	305 (14,3)	187 (8,8)	43 (2,0)	2.129 (100,0)

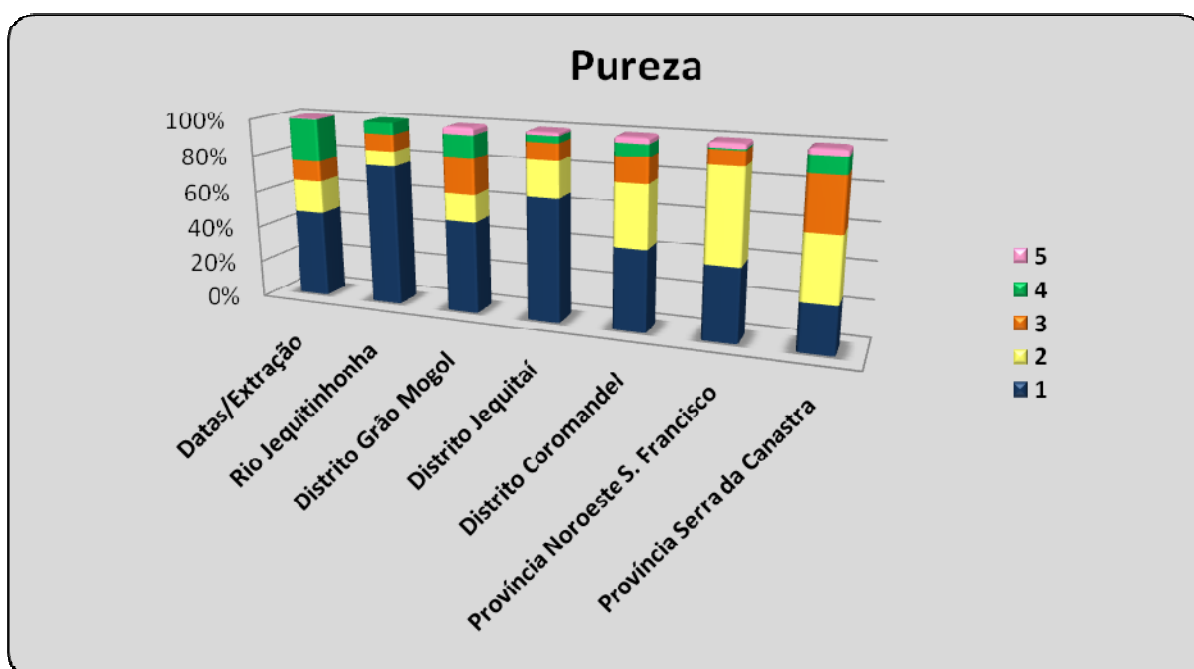


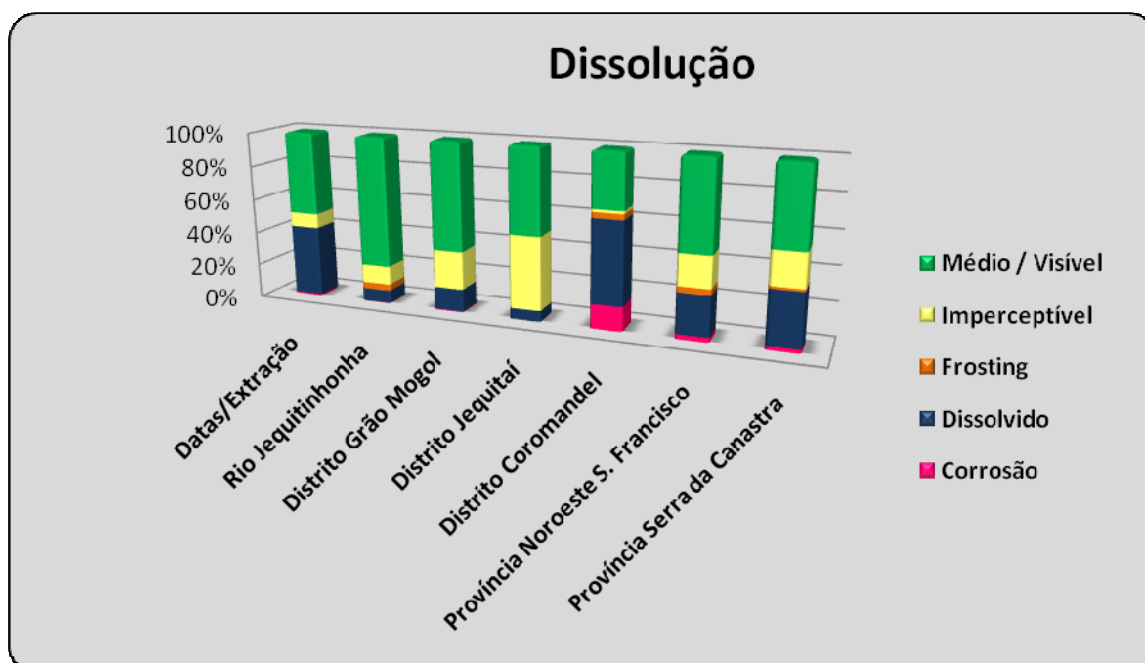
Figura 63: Distribuição percentual dos diamantes, de acordo com a pureza, para cada região de produção.

A Tabela 20 destaca que a maioria dos indivíduos amostrados estão enquadrados na categoria de dissolução médio/visível (mais de 50% da amostra) e dissolvido (mais de 25%).

A análise da Figura 64 permite concluir que a região do Distrito de Coromandel (Alto Paranaíba) é a que apresenta maior porcentagem de diamantes corroídos e também de diamantes dissolvidos. Pode-se considerar ainda que a região do Rio Jequitinhonha e Distrito de Grão Mogol apresentam maior porcentagem de diamantes com dissolução médio/visível. A quantidade de diamantes com dissolução tipo *frosting* é praticamente insignificante nas regiões de Datas/Extração, Distrito de Grão Mogol e Distrito de Jequitai (pertencentes à Província Serra do Espinhaço).

Tabela 20: Distribuição dos diamantes, de acordo com a dissolução e região de produção.

Região	Dissolução					Total
	Corrosão	Dissolvido	<i>Frosting</i>	Imperceptível	Médio / Visível	
Província Serra do Espinhaço						
<i>Distrito Diamantina</i>						
Datas/Extração	2 (0,1)	99 (4,6)	0	20 (1,0)	117 (5,5)	238 (11,1)
Rio Jequitinhonha	1 (0,04)	45 (2,1)	22(1,0)	62 (2,9)	446 (20,9)	576 (27,1)
<i>Distrito Grão Mogol</i>	1 (0,04)	33 (1,5)	0	54 (2,5)	158 (7,4)	246 (11,5)
<i>Distrito Jequitaiá</i>	0	7 (0,3)	0	48 (2,3)	56 (2,6)	111 (5,2)
Província Alto Paranaíba						
<i>Distrito Coromandel</i>	63 (2,9)	217 (10,2)	15 (0,7)	7 (0,3)	144 (6,7)	446 (20,9)
Província Noroeste São Francisco	4 (0,2)	34 (1,6)	5 (0,2)	26 (1,2)	76 (3,6)	145 (6,8)
Província Serra da Canastra						
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	8 (0,4)	115 (5,4)	5 (0,2)	70 (3,3)	169 (7,9)	367 (17,2)
Total	79 (3,7)	550 (25,8)	47 (2,2)	287 (13,5)	1166 (54,7)	2.129 (100,0)

**Figura 64:** Distribuição percentual dos diamantes, de acordo com a dissolução, para cada região de produção.

A Tabela 21 denota que mais de 80% da amostra se enquadra na categoria de diamantes intactos.

A Figura 65, em concordância com a Tabela 21, mostra que em todas as regiões predominam diamantes intactos. A região do Distrito Coromandel (Alto Paranaíba) é a que apresenta maior porcentagem de diamantes lascas. Observa-se também que as regiões do Distrito Coromandel, Província Noroeste São Francisco e Província Serra da Canastra são as que apresentam maiores porcentagens de diamantes com quebras perceptíveis.

De acordo com a Tabela 22 verifica-se que quase 80% da amostra não apresenta capa. A Figura 66 mostra que diamantes com capas predominam nas regiões da Província Serra do Espinhaço. A região do Rio Jequitinhonha é a que apresenta maior quantidade de diamantes com manchas verdes, e na região do Distrito de Jequitaiá ocorre o predomínio de diamantes com manchas amarelas/marrons. Os campos de Datas/Extração apresentam maior quantidade de diamantes com pontos verdes.

Tabela 21: Distribuição dos diamantes, de acordo com a clivagem superimposta e região de produção.

Região	Clivagem Superimposta				Total
	Intactos	Levemente quebrados	Quebras perceptíveis	Lascas	
Província Serra do Espinhaço					
<i>Distrito Diamantina</i>					
Datas/Extração	220 (10,3)	9 (0,4)	6 (0,3)	3 (0,15)	238 (11,1)
Rio Jequitinhonha	526 (24,7)	1 (0,04)	13 (0,6)	36 (1,7)	576 (27,1)
<i>Distrito Grão Mogol</i>	211 (9,9)	4 (0,2)	12 (0,5)	19 (0,9)	246 (11,5)
<i>Distrito Jequitaiá</i>	103 (4,8)	0	1 (0,04)	7 (0,3)	111 (5,2)
Província Alto Paranaíba					
<i>Distrito Coromandel</i>	277 (13,0)	31 (1,5)	52 (2,4)	86 (4,0)	446 (20,9)
Província Noroeste São Francisco	94 (4,4)	12 (0,5)	22 (1,0)	17 (0,8)	145 (6,8)
Província Serra da Canastra					
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	303 (14,2)	2 (0,1)	53 (2,5)	9 (0,4)	367 (17,2)
Total	1.734 (81,4)	59 (2,7)	159 (7,5)	177 (8,3)	2.129 (100,0)

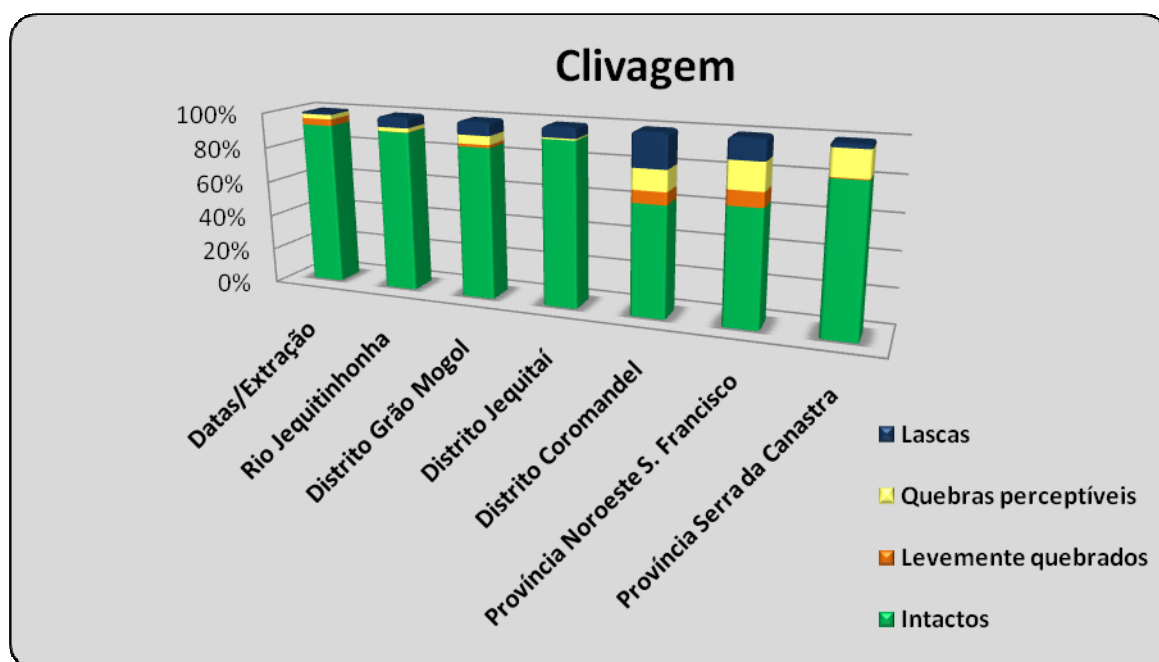


Figura 65: Distribuição percentual dos diamantes, de acordo com a clivagem superimposta (quebras), para cada região de produção.

Tabela 22: Distribuição dos diamantes, de acordo com as capas e região de produção.

Região	Capas				Total
	Sem capas	Pontos verdes	Manchas verdes	Amarelas/marrons	
Província Serra do Espinhaço					
<i>Distrito Diamantina</i>					
Datas/Extração	146 (6,8)	65 (3,0)	25 (1,2)	2 (0,1)	238 (11,1)
Rio Jequitinhonha	370 (17,4)	102 (4,8)	103 (4,8)	1 (0,04)	576 (27,1)
<i>Distrito Grão Mogol</i>	173 (8,1)	42 (1,9)	30 (1,4)	1 (0,04)	246 (11,5)
<i>Distrito Jequitai</i>	73 (3,4)	16 (0,8)	4 (0,2)	18 (0,8)	111 (5,2)
Província Alto Paranaíba					
<i>Distrito Coromandel</i>	431 (20,2)	3 (0,15)	12 (0,6)	0	446 (20,9)
Província Noroeste São Francisco	141 (6,6)	2 (0,1)	2 (0,1)	0	145 (6,8)
Província Serra da Canastra					
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	367 (17,2)	0	0	0	367 (17,2)
Total	1.701 (79,9)	230 (10,8)	176 (8,3)	22 (1,0)	2.129 (100,0)

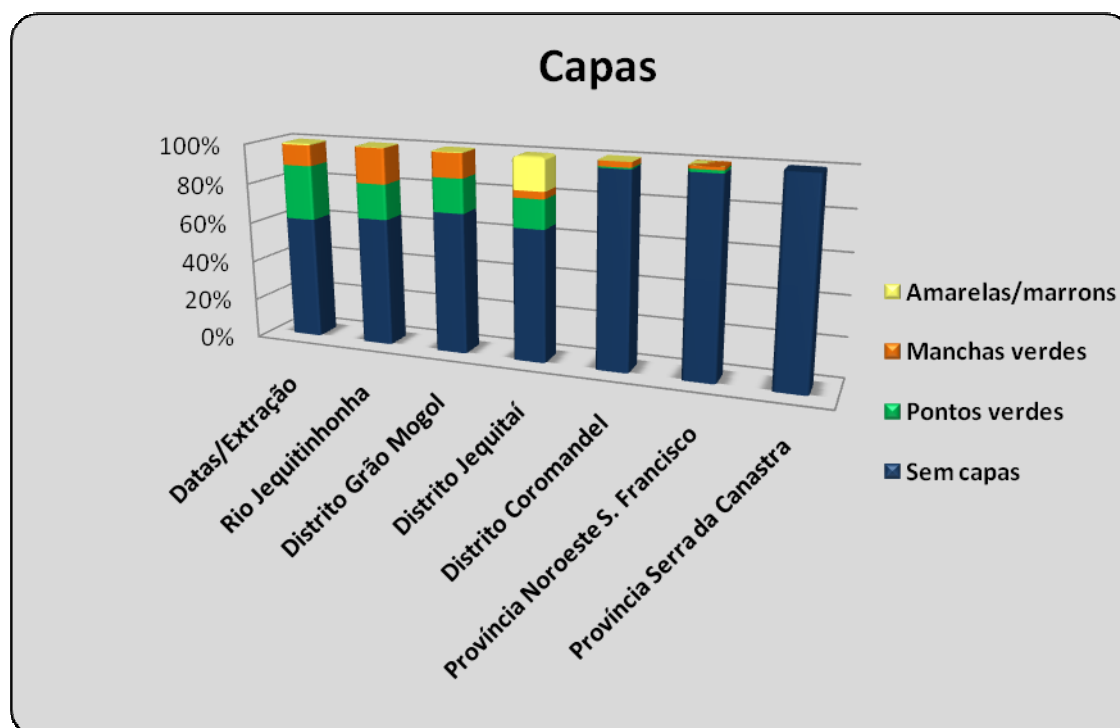


Figura 66: Distribuição percentual dos diamantes, de acordo com as capas, para cada região de produção.

A Tabela 23 mostra que no total da amostra, ocorre uma distribuição generalizada entre as quatro categorias de qualificação comercial, sendo que a maior porcentagem aparece para a gema 2, e a menor, para a gema 1.

Tabela 23: Distribuição dos diamantes, de acordo com a qualificação e região de produção.

Região	Qualificação Comercial				Total
	Chip	Gema 1	Gema 2	Indústria	
Província Serra do Espinhaço					
<i>Distrito Diamantina</i>					
Datas/Extração	55 (2,6)	11 (0,5)	64 (3,0)	108 (5,1)	238 (11,1)
Rio Jequitinhonha	149 (7,0)	59 (2,7)	303 (14,2)	65 (3,0)	576 (27,1)
<i>Distrito Grão Mogol</i>	52 (2,4)	10 (0,5)	113 (5,3)	71 (3,3)	246 (11,5)
<i>Distrito Jequitai</i>	16 (0,8)	18 (0,9)	68 (3,2)	9 (0,4)	111 (5,2)
Província Alto Paranaíba					
<i>Distrito Coromandel</i>	179 (8,4)	43 (2,0)	128 (6,0)	96 (4,5)	446 (20,9)
Província Noroeste São Francisco	51 (2,4)	24 (1,1)	56 (2,6)	14 (0,7)	145 (6,8)
Província Serra da Canastra					
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	98 (4,6)	108 (5,1)	79 (3,7)	82 (3,8)	367 (17,2)
Total	600 (28,2)	273 (12,8)	811 (38,1)	445 (20,9)	2.129 (100,0)

Conforme a Figura 67 nota-se que a região de Datas/Extração apresenta maior porcentagem de diamantes de qualidade industrial. A Província Serra da Canastra apresenta maior porcentagem de diamantes do tipo gema 1, e o Distrito de Jequitaiá e a região do Rio Jequitinhonha apresentam as maiores porcentagens de diamantes do tipo gema 2. A região do Distrito de Coromandel (Alto Paranaíba) é a que apresenta maior porcentagem de diamantes do tipo *chip*.

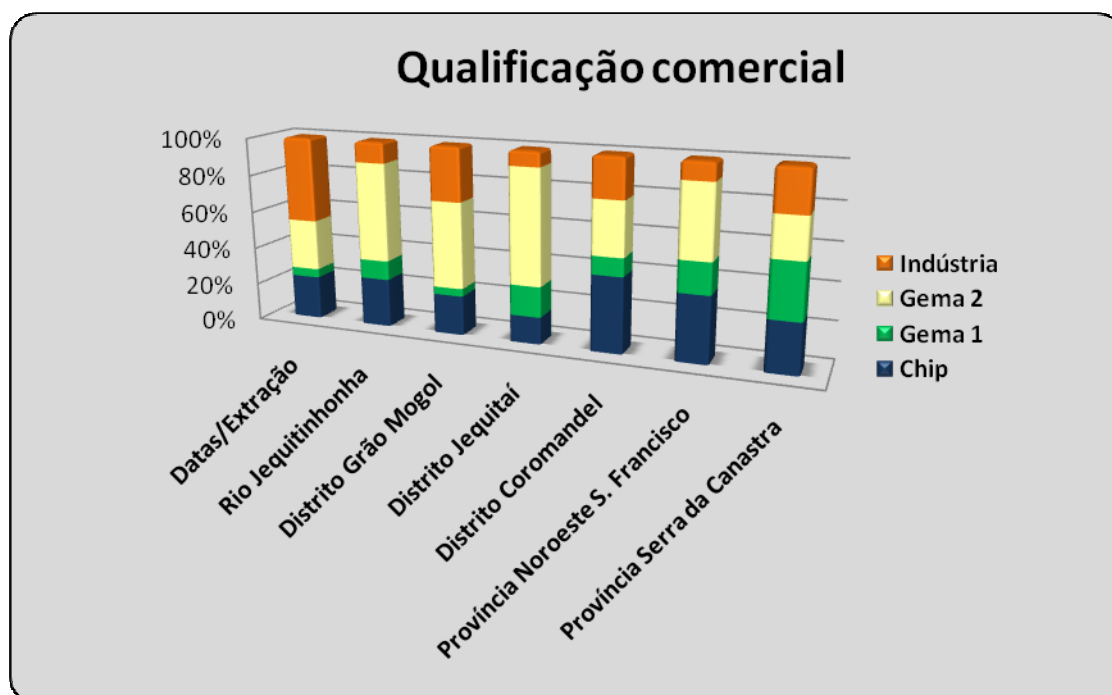


Figura 67: Distribuição percentual dos diamantes, de acordo com a qualificação comercial, para cada região de produção.

6.2.3 - Análise de Correspondência

De acordo com a metodologia apresentada anteriormente, os dados obtidos referente aos diamantes das províncias diamantíferas de Minas Gerais serão analisados utilizando a técnica designada Análise de Correspondência Simples. Por uma questão de praticidade, a abordagem matemática não será apresentada neste trabalho. Todas as conclusões serão provenientes a partir de um teste estatístico Qui-Quadrado para testar associação entre variáveis e da análise gráfica dos resultados.

Inicialmente, foi realizado um teste Qui-Quadrado com o objetivo de verificar se existe associação entre a variável sob estudo e as regiões de procedência dos diamantes. Foi

utilizado o *software* Minitab, versão 14 demo, para realizar toda a parte de análise estatística dos dados. A seguir, serão apresentados os respectivos valores p para cada variável testada.

Tabela 24: Resultados do teste Qui-Quadrado para variáveis sob estudo.

Variável	Qui-Quadrado	P-Valor*
Peso	871,83	0
Cor	703,85	0
Forma	344,90	0
Pureza	467,74	0
Dissolução	674,04	0
Clivagem	290,61	0
Capas	652,96	0
Qualificação Comercial	371,94	0

*P-valor não significativo, muito próximo de zero.

Conforme explicitado na metodologia, o teste Qui-Quadrado possibilita testar se existe ou não associação entre variáveis de interesse. Os valores apresentados na Tabela 24 foram obtidos diretamente dos resultados apresentados no Minitab. É possível observar que, para qualquer variável, o valor da estatística de teste (coluna Qui-Quadrado, na Tabela 24) é grande, o que resulta em um pequeno p-valor associado. Desta forma, pode-se concluir que existem evidências para rejeitar a hipótese nula (hipótese de não associação). Sendo assim, é possível dizer que existe associação entre a região de procedência dos diamantes e qualquer variável sob estudo (peso, cor, forma, pureza, dissolução, clivagem, capas e qualificação comercial).

Partindo da informação de que existe associação entre a região de extração e as variáveis estudadas, o objetivo é verificar como se dá essa associação. Para isso foi realizada a análise de correspondência, cujos resultados são apresentados a seguir. É importante salientar, novamente, que apenas a parte gráfica será apresentada neste trabalho. Todas as formulações e resultados matemáticos foram omitidos, pois não fazem parte do objetivo principal, que é realizar uma análise gráfica e obter conclusões a partir de uma abordagem visual.

6.2.3.1 - Variável Peso

Analisando a Tabela 25 é possível concluir que a segunda componente está mais relacionada com a região do Rio Jequitinhonha (correlação = 0,636); e a primeira componente está mais relacionada com as demais regiões. Já uma análise da Tabela 26 permite considerar

que a primeira componente está mais relacionada a pesos muito baixos (0,01 – 0,25 ct) e pesos maiores (acima de 1,21 ct). A segunda componente está mais relacionada aos diamantes com pesos intermediários.

Tabela 25: Coordenadas principais das linhas (variável peso).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Datas/Extração	-0,663	0,969	0,116	0,030
Rio Jequitinhonha	0,110	0,044	-0,512	0,636
<i>Distrito Grão Mogol</i>	-0,736	0,910	0,229	0,088
<i>Distrito Jequitai</i>	-0,493	0,861	0,147	0,076
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	0,804	0,837	0,355	0,163
Província Noroeste São Francisco	0,523	0,884	-0,142	0,065
Província Serra da Canastra				
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	-0,284	0,761	0,155	0,228

Tabela 26: Coordenadas principais das colunas (variável peso).

Peso	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
0,01 - 0,25	-0,595	0,934	0,159	0,066
0,26 - 0,60	0,125	0,472	-0,127	0,487
0,61 - 1,20	0,285	0,224	-0,529	0,770
1,21 - 2,00	0,598	0,930	-0,043	0,005
> 2,01	1,006	0,720	0,626	0,279

Analisando a Figura 68 percebe-se que as regiões de Grão Mogol, Jequitai e Datas/Extração mostram uma associação forte com a categoria 0,01 – 0,25 ct. Isso indica que os diamantes das regiões mencionadas possuem uma característica geral de pesos baixos. De modo diferente, a região do Distrito de Coromandel apresenta uma associação com a categoria > 2,01 ct. Este é um indicativo de que os diamantes procedentes de Coromandel são os que apresentam maior quilatagem. Notadamente, também a Província Noroeste São Francisco está mais associada a diamantes de quilatagem alta (categoria 1,21 a 2,00 ct) e a região do Rio Jequitinhonha está mais associada a diamantes com peso entre 0,61 e 1,20 ct.

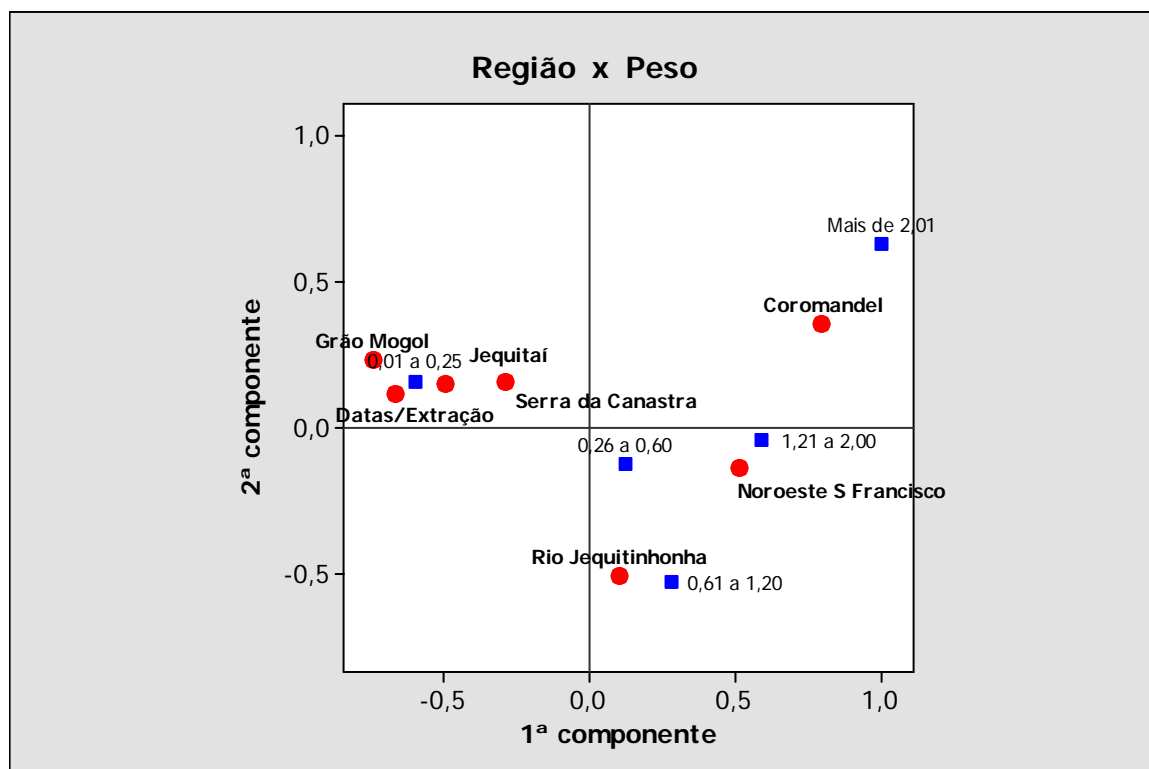


Figura 68: Associação entre região de produção e peso dos diamantes.

6.2.3.2 - Variável Cor

Analisando a Tabela 27 é possível concluir que a primeira componente está mais relacionada com as regiões de Datas/Extração, Rio Jequitinhonha, Província Noroeste São Francisco, Distrito Coromandel e Província Serra da Canastra. A segunda componente está mais relacionada com os distrito de Jequitai e de Grão Mogol. A análise da Tabela 28 permite observar que a primeira componente está mais relacionada com as categorias incolor e incolor-amarelado; e a segunda componente está mais relacionada com as categorias amarelado e cor industrial.

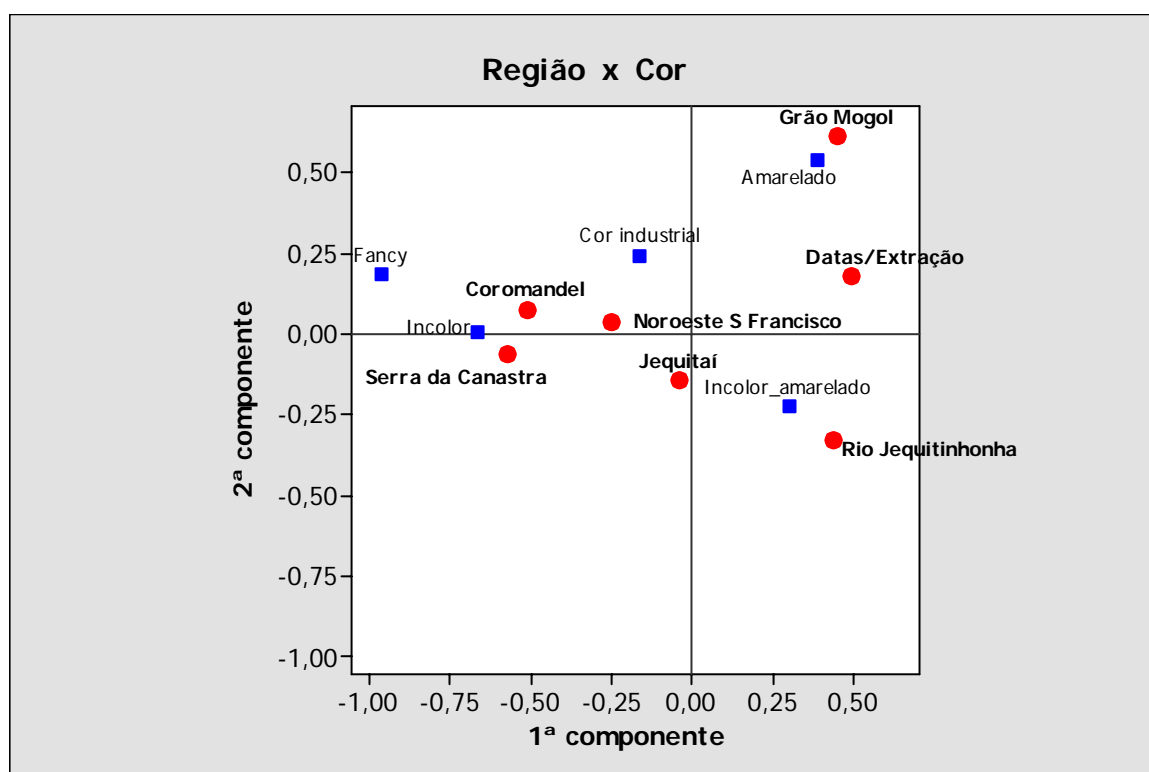
A Figura 69 mostra que as regiões de Jequitai e Rio Jequitinhonha estão mais associadas aos diamantes da categoria incolor amarelado. Já a região de Grão Mogol apresenta forte associação com os diamantes amarelados. O Distrito de Coromandel e a Província Serra da Canastra denotam associação com diamantes incolores.

Tabela 27: Coordenadas principais das linhas (variável cor).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Datas/Extração	0,492	0,855	0,175	0,109
Rio Jequitinhonha	0,435	0,630	-0,332	0,367
<i>Distrito Grão Mogol</i>	0,450	0,347	0,610	0,637
<i>Distrito Jequitai</i>	-0,038	0,051	-0,146	0,734
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	-0,512	0,771	0,074	0,016
Província Noroeste São Francisco				
	-0,249	0,931	0,037	0,020
Província Serra da Canastra				
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	-0,527	0,774	-0,061	0,009

Tabela 28: Coordenadas principais das colunas (variável cor).

Cor	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Amarelado	0,389	0,343	0,538	0,656
Cor industrial	-0,163	0,127	0,242	0,282
<i>Fancy</i>	-0,961	0,393	0,182	0,014
Incolor	-0,667	0,980	0,003	0,000
Incolor amarelado	0,300	0,636	-0,226	0,360

**Figura 69:** Associação entre região de produção e cor dos diamantes.

6.2.3.3 – Variável Forma

A análise da Tabela 29 leva a concluir que a primeira componente está mais relacionada com as regiões de Datas/Extração, Rio Jequitinhonha e a Província Serra da Canastra. A segunda componente está mais relacionada com Distrito de Coromandel e Província Noroeste São Francisco. Já a análise da Tabela 30 mostra que a primeira componente está mais relacionada com a categoria rombododecaedro e a segunda componente está mais relacionada com a categoria irregular.

Na análise da Figura 70 percebe-se que a região do Rio Jequitinhonha apresenta forte associação com a categoria de forma geminado. A região de Datas/Extração mostra-se mais associada a diamantes com forma rombododecaedro e a Província Serra da Canastra apresenta associação com as categorias octaedro, agregado e irregular. Uma observação deve ser feita com relação à associação da forma agregado e a região da Serra da Canastra. No total da amostra coletada, o número de diamantes agregados é pequeno, entretanto a maior concentração está na Província Serra da Canastra.

Tabela 29: Coordenadas principais das linhas (variável forma).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Datas/Extração	0,280	0,764	-0,055	0,029
Rio Jequitinhonha	0,280	0,808	0,106	0,116
<i>Distrito Grão Mogol</i>	-0,014	0,004	0,159	0,541
<i>Distrito Jequitaiá</i>	0,198	0,218	0,313	0,544
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	0,035	0,022	-0,216	0,851
Província Noroeste São Francisco				
	-0,002	0,000	-0,334	0,841
Província Serra da Canastra				
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	-0,714	0,989	0,063	0,008

Tabela 30: Coordenadas principais das colunas (variável forma).

Forma	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Agregado	-0,448	0,494	0,041	0,004
Geminado	0,274	0,397	0,084	0,037
Irregular	-0,316	0,587	-0,264	0,411
Octaedro	-0,327	0,693	0,215	0,299
Rombododecaedro	0,379	0,986	-0,009	0,001

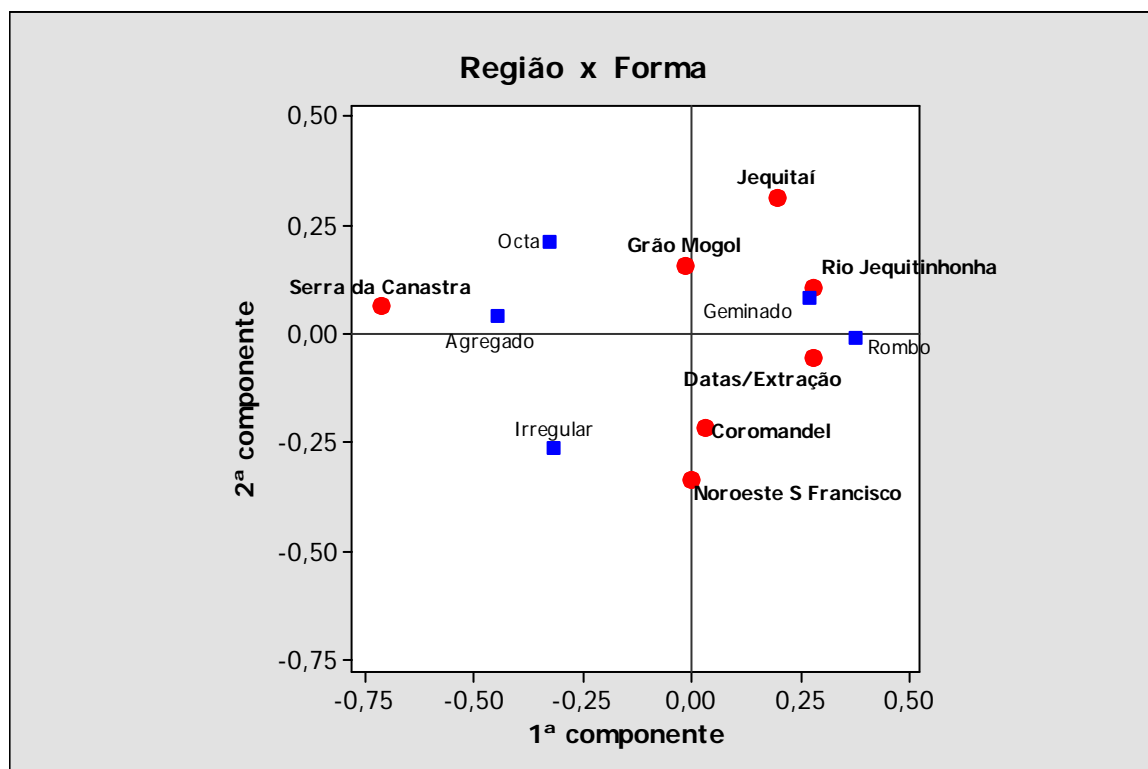


Figura 70: Associação entre região de produção e forma dos diamantes.

6.2.3.4 – Variável Pureza

Analisando a Tabela 31 é possível concluir que a primeira componente está mais relacionada com as regiões do Rio Jequitinhonha e Província Serra da Canastra. A segunda componente está mais relacionada com os campos de Datas/Extração e o Distrito de Grão Mogol. Já a análise da Tabela 32 denota que a primeira componente está mais relacionada com diamantes de maior pureza (categorias 1 a 3) e os diamantes de menor pureza (categoria 5), e a segunda componente está mais relacionada com diamantes de pureza intermediária (categoria 4).

Tabela 31: Coordenadas principais das linhas (variável pureza).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Datas/Extração	-0,102	0,039	-0,416	0,641
Rio Jequitinhonha	-0,511	0,958	0,078	0,022
<i>Distrito Grão Mogol</i>	-0,019	0,004	-0,210	0,521
<i>Distrito Jequitáí</i>	-0,245	0,576	0,205	0,402
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	0,218	0,659	0,135	0,255
Província Noroeste São Francisco	0,414	0,398	0,463	0,495
Província Serra da Canastra				
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	0,527	0,854	-0,121	0,045

Tabela 32: Coordenadas principais das colunas (variável pureza).

Pureza	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
1	-0,344	0,952	0,076	0,046
2	0,504	0,833	0,187	0,115
3	0,340	0,483	-0,207	0,179
4	-0,028	0,002	-0,604	0,852
5	0,612	0,602	-0,003	0,000

Analisando a Figura 71 percebe-se que as regiões do Rio Jequitinhonha e Distrito de Jequitáí estão mais associados à pureza 1, com grande número de diamantes classificados nessa categoria. Entretanto, esperava-se que a Província Serra da Canastra também estivesse associada à diamantes mais puros (purezas 1 e 2). Tal fato, pode ser entendido, analisando-se a tabela de frequência para os dados, onde percebe-se que a Serra da Canastra é a 2ª região com maior número de diamantes com Pureza 5. Por isso a Figura 71 mostra a Província Serra da Canastra fortemente associada a diamantes de pureza 5.

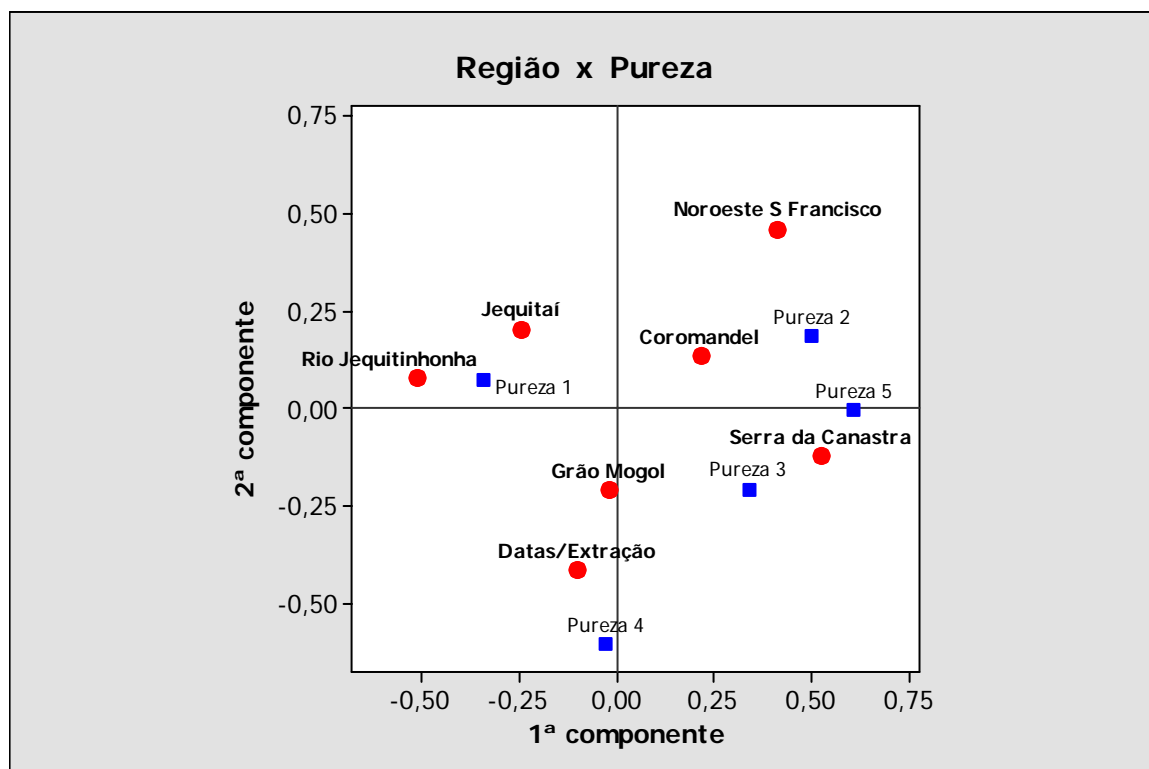


Figura 71: Associação entre região de produção e pureza dos diamantes.

6.2.3.5 – Variável Dissolução

Ao analisar a Tabela 33 conclui-se que a primeira componente está mais relacionada com os distritos de Grão Mogol e Coromandel. A segunda componente está mais relacionada com a Província Serra da Canastra. A Tabela 34 mostra que a primeira componente está mais relacionada com os diamantes corroídos, dissolvidos ou com dissolução no nível médio/visível. A segunda componente está mais relacionada com a categoria *frosting*.

Tabela 33: Coordenadas principais das linhas (variável dissolução).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Datas/Extração	0,196	0,232	0,070	0,029
Rio Jequitinhonha	-0,414	0,634	-0,313	0,363
<i>Distrito Grão Mogol</i>	-0,399	0,858	0,116	0,072
<i>Distrito Jequitai</i>	-0,639	0,472	0,621	0,445
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	0,825	0,974	-0,061	0,005
Província Noroeste São Francisco	-0,086	0,270	0,072	0,192
Província Serra da Canastra				
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	0,014	0,003	0,226	0,870

Tabela 34: Coordenadas principais das colunas (variável dissolução).

Dissolução	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Corrosão	1,345	0,845	-0,095	0,004
Dissolvido	0,608	0,913	0,121	0,036
<i>Frosting</i>	0,129	0,031	-0,554	0,582
Imperceptível	-0,501	0,476	0,509	0,491
Médio/Visível	-0,259	0,736	-0,153	0,257

Analisando a Figura 72 percebe-se que a região de Jequitai apresenta maior associação com os diamantes de grau de dissolução imperceptível. A região do Distrito Coromandel mostra associação com os diamantes da categoria dissolvido. A Província Serra da Canastra não apresenta relação clara com nenhuma das categorias de dissolução, pois associa-se tanto a diamantes com pouca ou nenhuma dissolução (médio/visível e imperceptível) quanto com diamantes dissolvidos.

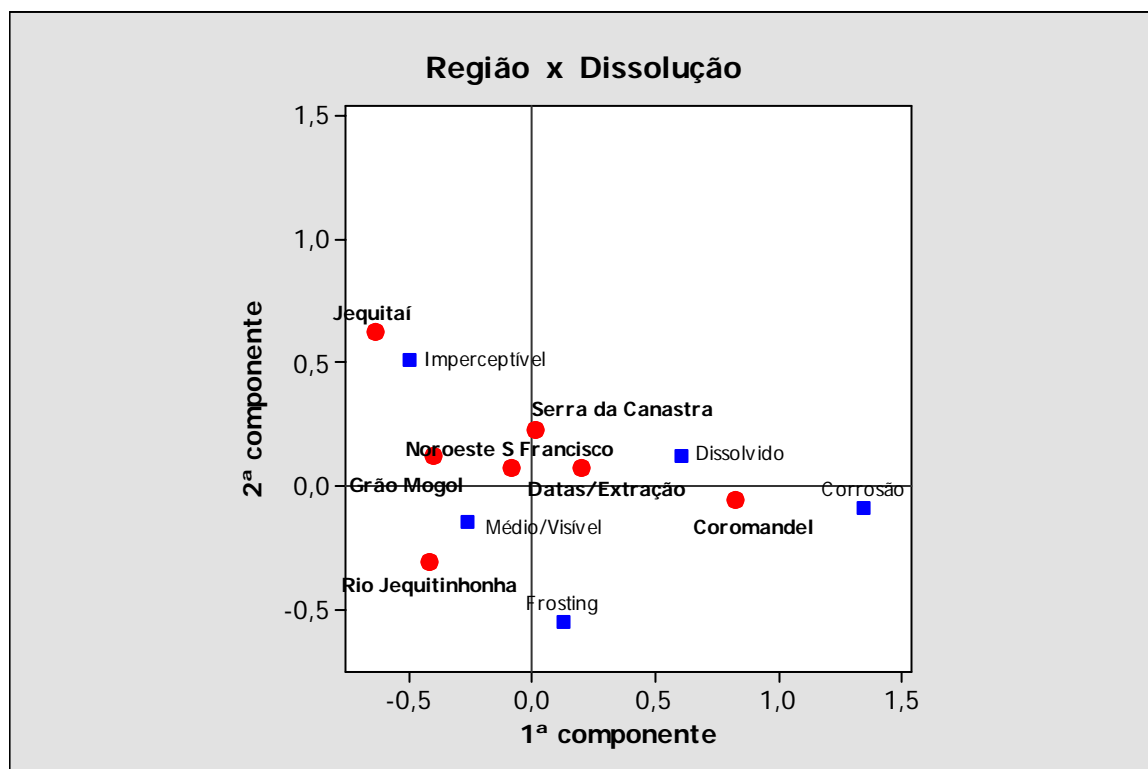


Figura 72: Associação entre região de produção e dissolução dos diamantes.

6.2.3.6 – Variável Clivagem Superimposta (Quebras)

A análise da Tabela 35 permite concluir que a Província Serra da Canastra mostra maior associação com a segunda componente. As demais regiões aparecem relacionadas com a primeira componente. Em análise da Tabela 36 nota-se que a primeira componente está mais relacionada com diamantes intactos, com lascas ou com quebras perceptíveis. A categoria de diamantes levemente quebrados apresenta associação similar tanto com a primeira quanto com a segunda componente.

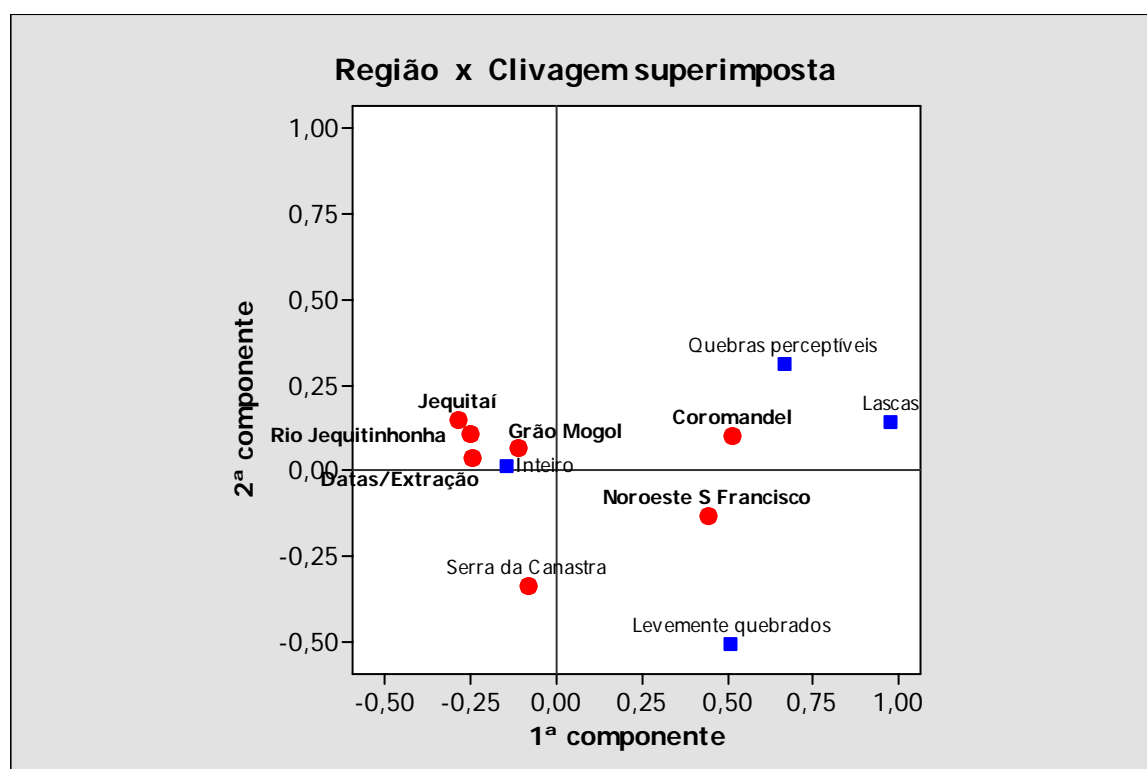
A Figura 73 denota que a região do Distrito Coromandel apresenta maior associação com lascas ou cristais com quebras perceptíveis. Os distritos de Grão Mogol e Jequitai, o Rio Jequitinhonha e os campos de Datas/Extração (pertencentes à Província Serra do Espinhaço) apresentam maior associação com diamantes intactos.

Tabela 35: Coordenadas principais das linhas (variável clivagem superimposta).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Datas/Extração	-0,248	0,553	0,036	0,012
Rio Jequitinhonha	-0,253	0,826	0,106	0,144
<i>Distrito Grão Mogol</i>	-0,110	0,731	0,061	0,229
<i>Distrito Jequitai</i>	-0,286	0,773	0,148	0,205
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	0,516	0,962	0,097	0,034
Província Noroeste São Francisco				
	0,443	0,829	-0,137	0,079
Província Serra da Canastra				
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	-0,084	0,057	-0,339	0,921

Tabela 36: Coordenadas principais das colunas (variável clivagem superimposta).

Clivagem Superimposta (quebras)	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Intactos	-0,148	0,993	0,011	0,005
Lascas	0,976	0,806	0,138	0,016
Levemente quebrados	0,511	0,499	-0,508	0,493
Quebras perceptíveis	0,664	0,784	0,307	0,168

**Figura 73:** Associação entre região de produção e clivagem superimposta nos diamantes.

6.2.3.7 – Variável Capas

A Tabela 37 denota que a primeira componente está mais relacionada com as regiões de Datas/Extração, Distrito de Coromandel, Província Noroeste São Francisco e Província Serra da Canastra, enquanto a segunda componente mostrou-se mais relacionada com a região do Distrito de Jequitaiá. A Tabela 38 mostra que a primeira componente está mais associada aos diamantes com manchas verdes, pontos verdes ou sem capas. Já os diamantes com capas amarelas/marrons estão mais relacionados à segunda componente.

Tabela 37: Coordenadas principais das linhas (variável capas).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Datas/Extração	-0,474	0,745	0,109	0,039
Rio Jequitinhonha	-0,368	0,706	0,209	0,228
<i>Distrito Grão Mogol</i>	-0,240	0,774	0,129	0,224
<i>Distrito Jequitaiá</i>	-0,454	0,090	-1,444	0,909
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	0,422	0,997	-0,005	0,000
Província Noroeste São Francisco	0,433	0,996	-0,016	0,001
Província Serra da Canastra				
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	0,500	0,990	-0,036	0,005

Tabela 38: Coordenadas principais das colunas (variável capas).

Capas	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Amarelas/Marrons	-1,066	0,095	-3,283	0,903
Manchas verdes	-0,723	0,716	0,359	0,177
Pontos verdes	-0,875	0,929	0,132	0,021
Sem capas	0,207	0,996	-0,013	0,004

A Figura 74 destaca que o Distrito de Jequitaiá é a região que apresenta a maior associação a diamantes com capas amarelas/marrons (praticamente só ocorrem ali). As Províncias Serra da Canastra e Noroeste São Francisco são as que aparecem mais associadas a diamantes sem presença de capas. Já as regiões do Rio Jequitinhonha, Coromandel, Distrito de Grão Mogol e dos campos de Datas/Extração apresentam associação a diamantes com manchas ou pontos verdes.

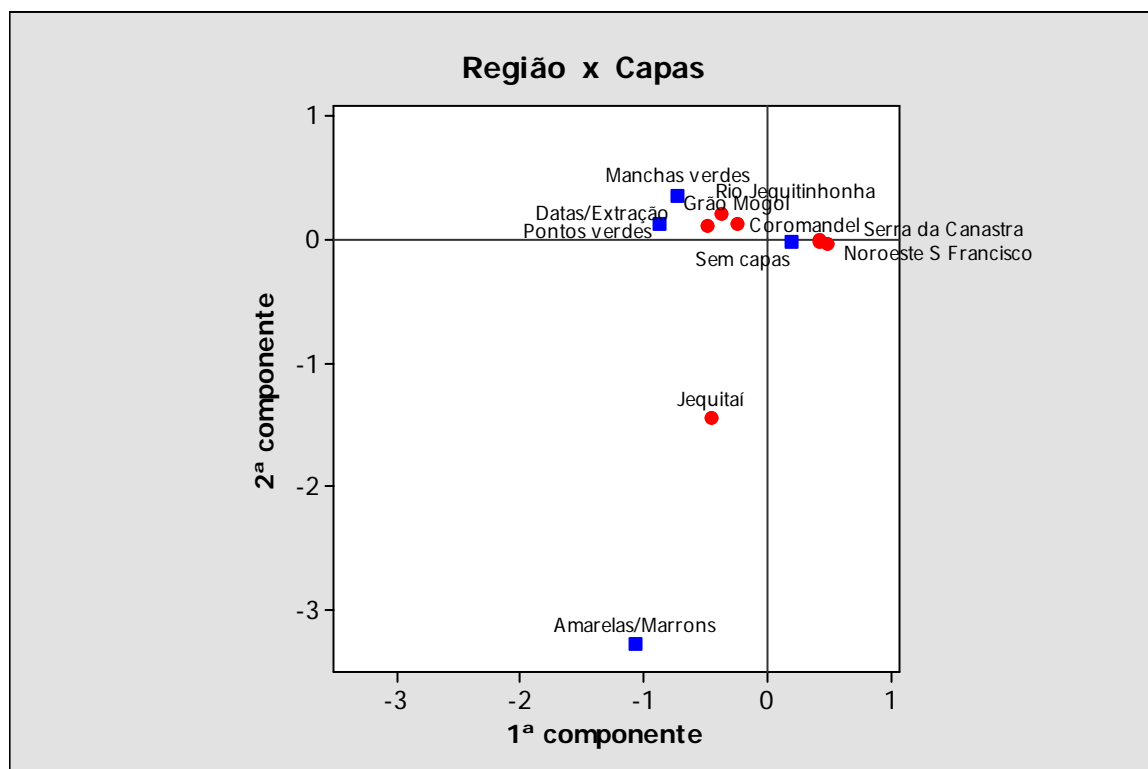


Figura 74: Associação entre região de produção e capas dos diamantes.

6.2.3.8 – Variável *Qualificação Comercial*

A análise da Tabela 39 permite concluir que a primeira componente está mais relacionada com as regiões do Distrito de Jequitáí e Rio Jequitinhonha, enquanto a segunda componente mostrou-se mais relacionada com a região do Distrito de Grão Mogol e Província Serra da Canastra. A Tabela 40 mostra que a primeira componente está mais associada aos diamantes com qualificação comercial do tipo gema 2 e indústria e a segunda componente está mais associada aos diamantes do tipo gema 1.

A Figura 75 mostra que a região de Datas/Extração apresenta maior associação com diamantes de qualificação industrial. A Província Serra Canastra apresentou-se mais associada a cristais do tipo gema 1. Diamantes gema 2 mostraram-se mais associados às regiões do Rio Jequitinhonha e do Distrito de Jequitáí. Embora fosse esperado que o Distrito de Coromandel aparecesse mais associado a diamantes de qualificação gema 2, o gráfico (Figura 67) mostra um comportamento diferente. Tal fato pode ser entendido ao observar na Tabela 23, onde na amostra coletada, ocorre um maior número de diamantes do tipo *chip* (179 do tipo *chip* e 128 do tipo gema 2). Essa diferença é pequena, se observado o tamanho da amostra ($179-128 = 51 = 2,3\%$). Com relação aos diamantes do tipo gema 2, observa-se

grande número na região do Rio Jequitinhonha e também na região do Distrito de Coromandel. Como a amostra coletada foi maior no Rio Jequitinhonha, pode ter ocorrido certa tendência a que essa região aparecesse mais associada ao tipo gema 2.

Tabela 39: Coordenadas principais das linhas (variável qualificação comercial).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Datas/Extração	0,476	0,598	0,372	0,366
Rio Jequitinhonha	-0,323	0,977	0,050	0,023
<i>Distrito Grão Mogol</i>	0,007	0,000	0,339	0,892
<i>Distrito Jequitaí</i>	-0,475	0,764	-0,052	0,009
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	0,128	0,198	0,007	0,001
Província Noroeste São Francisco				
	-0,160	0,286	-0,204	0,467
Província Serra da Canastra				
<i>Distrito Alto São Francisco</i>	0,245	0,208	-0,459	0,730

Tabela 40: Coordenadas principais das colunas (variável qualificação comercial).

Qualificação comercial	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
<i>Chip</i>	0,056	0,046	-0,062	0,057
Gema 1	0,075	0,013	-0,624	0,924
Gema 2	-0,313	0,826	0,127	0,135
Indústria	0,448	0,747	0,236	0,207

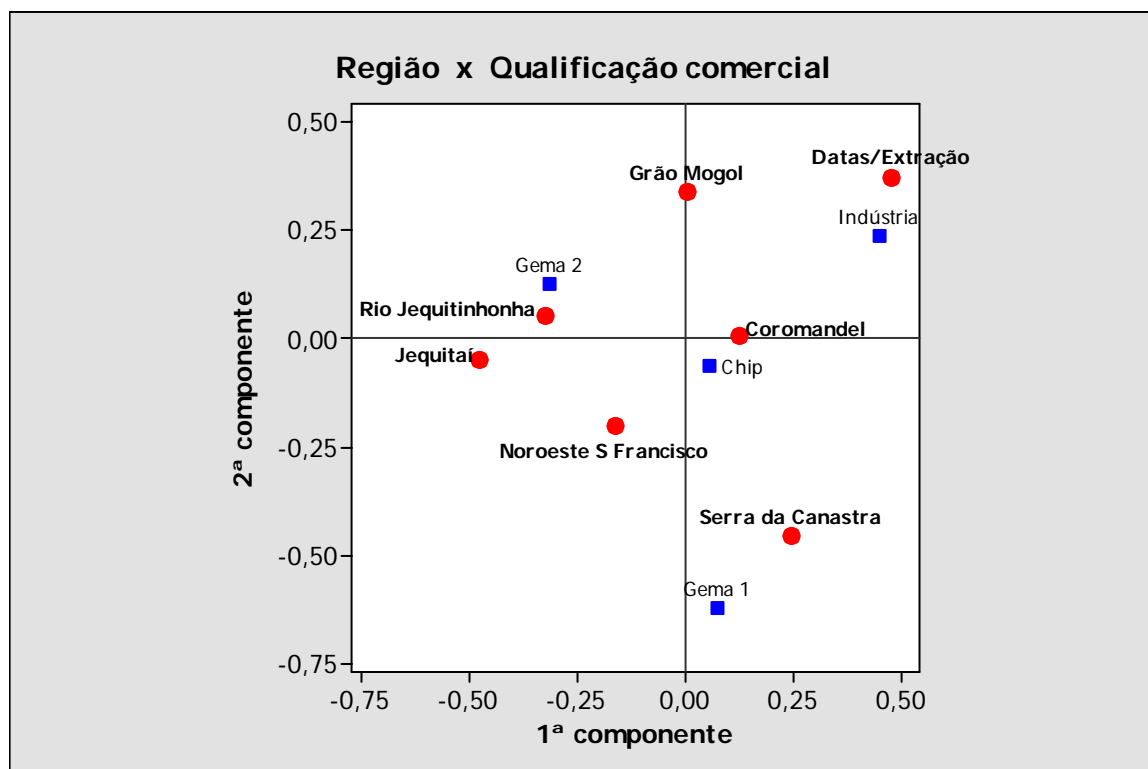


Figura 75: Associação entre região de produção e qualificação comercial dos diamantes.

6.3 – COMPARAÇÃO ENTRE UMA ÁREA SELECIONADA NA PROVÍNCIA COM A REGIÃO COMO UM TODO

A comparação entre regiões foi realizada com a finalidade de testar se os resultados obtidos pelos métodos estatísticos aplicados foram eficazes no sentido de se reconhecer a procedência de lotes de diamantes, segundo suas macro características. Para tanto, foram selecionadas regiões específicas de duas províncias distintas, Serra do Espinhaço e Alto Paranaíba. Desse modo, a intenção é verificar se os resultados mostrarão semelhanças entre a área escolhida e as províncias e/ou distritos a que pertencem.

Na Província Serra do Espinhaço, foi selecionada uma certa região do rio Jequitinhonha, denominada Caçaratiba, e a comparação do banco de dados de diamantes dessa área é realizada com os dados anteriormente analisados do Distrito de Diamantina: o Rio Jequitinhonha e os campos de Datas/Extração. Ressalta-se ainda que pelo fato da proximidade da região de Caçaratiba com Grão Mogol, os dados deste distrito também foram inclusos no teste. Na Província Alto Paranaíba, essa comparação ocorre cruzando-se o banco

de dados de diamantes recuperados especificamente do rio Douradinho, com os mesmos resultados anteriormente analisados da referida província.

Novamente a metodologia utilizada será a análise de correspondência e os resultados são mostrados a seguir. Inicialmente, foi realizado o teste Qui-Quadrado, com o intuito de verificar se existe associação entre a variável sob estudo e as regiões de procedência dos diamantes. Tais resultados podem ser visualizados na Tabela 41.

Tabela 41: Resultados do teste Qui-Quadrado para variáveis sob estudo.

Variável	Qui-Quadrado	P-Valor*
Peso	908,96	0
Cor	610,43	0
Forma	103,48	0
Pureza	284,45	0
Dissolução	721,32	0
Clivagem	248,14	0
Capas	281,92	0
Qualificação comercial	197,03	0

*P-valor não significativo, muito próximo de zero.

De acordo com a Tabela 41 pode-se dizer que existe associação entre a região de coleta dos dados e qualquer uma das variáveis sob estudo (peso, cor, forma, pureza, dissolução, clivagem, capas e qualificação comercial). Partindo-se da informação de que existe associação entre a região de procedência e as variáveis analisadas, o objetivo é verificar como se dá essa associação.

6.3.1 - Variável Peso

A Tabela 42 mostra que a primeira componente está mais relacionada com as regiões de Caçaratiba, Datas/Extração, Distrito de Grão Mogol e a Província Alto Paranaíba; a segunda componente está associada à região do Rio Jequitinhonha. A Tabela 43 denota que a primeira componente está mais relacionada a pesos muito baixos (0,01 – 0,25 ct) bem como pesos elevados (acima de 1,21 ct). A segunda componente está mais relacionada aos diamantes com pesos intermediários.

Tabela 42: Coordenadas principais das linhas (variável peso).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coeficiente	Correlação	Coeficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Caçaratiba	-0,897	0,881	0,321	0,118
Datas/Extração	-0,678	0,960	0,136	0,038
Rio Jequitinhonha	0,100	0,040	-0,491	0,952
<i>Distrito Grão Mogol</i>	-0,751	0,901	0,247	0,097
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	0,809	0,881	0,381	0,181
<i>Rio Douradinho</i>	0,239	0,388	-0,125	0,107

Tabela 43: Coordenadas principais das colunas (variável peso).

Peso	Componente 1		Componente 2	
	Coeficiente	Correlação	Coeficiente	Correlação
0,01 - 0,25	-0,637	0,930	0,182	0,068
0,26 - 0,60	0,151	0,355	-0,147	0,339
0,61 - 1,20	0,298	0,216	-0,556	0,753
1,21 - 2,00	0,667	0,985	-0,052	0,006
Mais de 2,01	1,125	0,717	0,704	0,281

Analisando a Figura 76 percebe-se que as regiões de Caçaratiba, Grão Mogol e Jequitaiá apresentam forte associação com diamantes de baixo peso (0,01 – 0,25). Já o Distrito de Coromandel apresenta uma associação com a categoria > 2,01. Este é um indicativo de que os diamantes de Coromandel são os que apresentam maior peso. Pode-se dizer também que a região do Rio Douradinho está associada às categorias de diamantes com peso intermediário (0,26 – 0,60 e 1,21 – 2,00). Para o Rio Jequitinhonha ocorre a associação com diamantes de peso entre 0,61 e 1,20 ct. De certa forma, é possível concluir que a região de Caçaratiba possui diamantes com peso similar aos diamantes das regiões de Grão Mogol e Datas/Extração. A mesma conclusão não pode ser obtida com relação às regiões do rio Douradinho e Distrito de Coromandel. Entretanto, essas duas regiões mostram muitas semelhanças, quando outras variáveis (e não o peso) são analisadas.

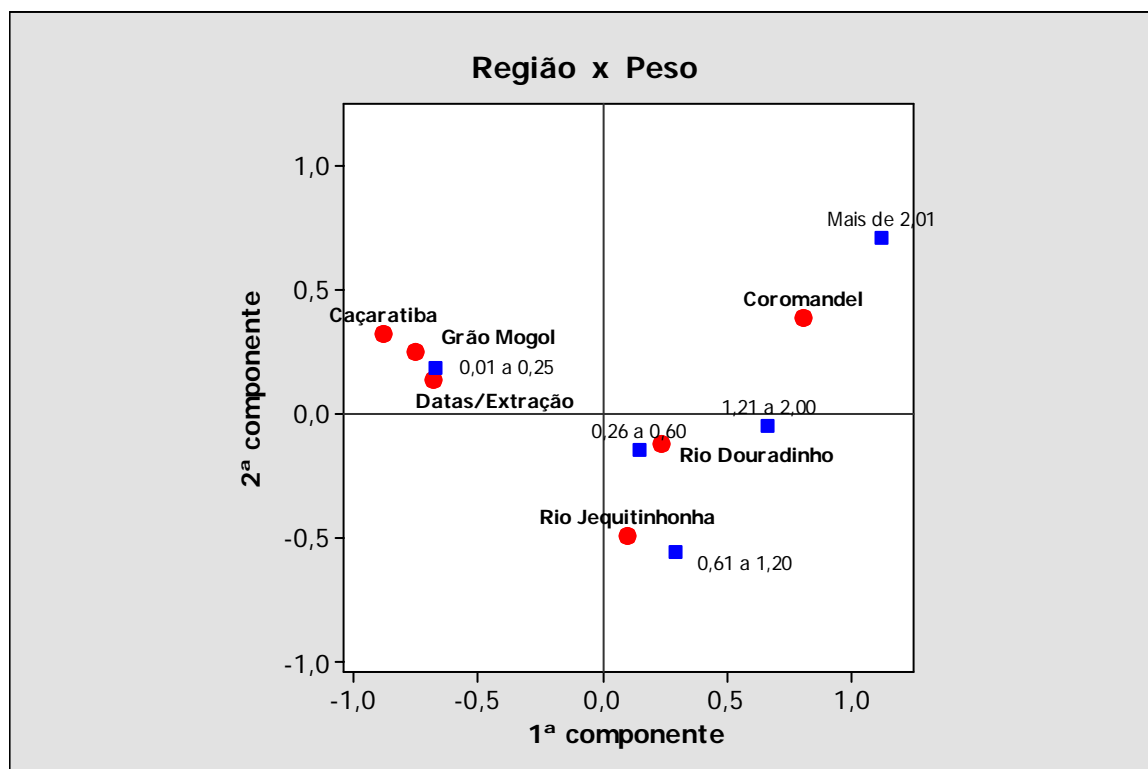


Figura 76: Associação entre região de produção e peso dos diamantes.

6.3.2 - Variável Cor

Analisando a Tabela 44 é possível concluir que a segunda componente está mais relacionada com a região do Rio Jequitinhonha; e as demais regiões mostraram-se mais associadas com a primeira componente. A segunda componente está mais relacionada com os distritos de Jequitai e de Grão Mogol. Em análise da Tabela 45 observa-se que a primeira componente está mais relacionada com as categorias *fancy*, *incolor* e *incolor amarelado*; e a segunda componente está mais relacionada com as categorias *amarelado* e *cor industrial*.

Tabela 44: Coordenadas principais das linhas (variável cor).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coeficiente	Correlação	Coeficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Caçaratiba	-0,687	0,697	-0,002	0,000
Datas/Extração	0,408	0,786	-0,176	0,146
Rio Jequitinhonha	0,430	0,663	-0,305	0,335
<i>Distrito Grão Mogol</i>	0,330	0,227	0,605	0,764
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	-0,581	0,950	-0,043	0,005
<i>Rio Douradinho</i>	-0,456	0,983	0,027	0,003

Tabela 45: Coordenadas principais das colunas (variável cor).

Cor	Componente 1		Componente 2	
	Coeficiente	Correlação	Coeficiente	Correlação
Amarelado	0,237	0,166	0,531	0,832
Cor industrial	0,064	0,015	0,374	0,505
<i>Fancy</i>	-1,101	0,661	-0,116	0,007
Incolor	-0,728	0,977	-0,032	0,002
Incolor amarelado	0,334	0,706	-0,216	0,294

A Figura 77 mostra que o Rio Jequitinhonha está mais associado a diamantes incolor-amarelados. O Distrito de Grão Mogol e os campos de Datas/Extração mostraram-se mais associadas aos diamantes ‘amarelados’ e de ‘cor industrial’. As regiões de Caçaratiba, Rio Douradinho e Distrito de Coromandel mostraram maior associação com diamantes incolor e *fancy*.

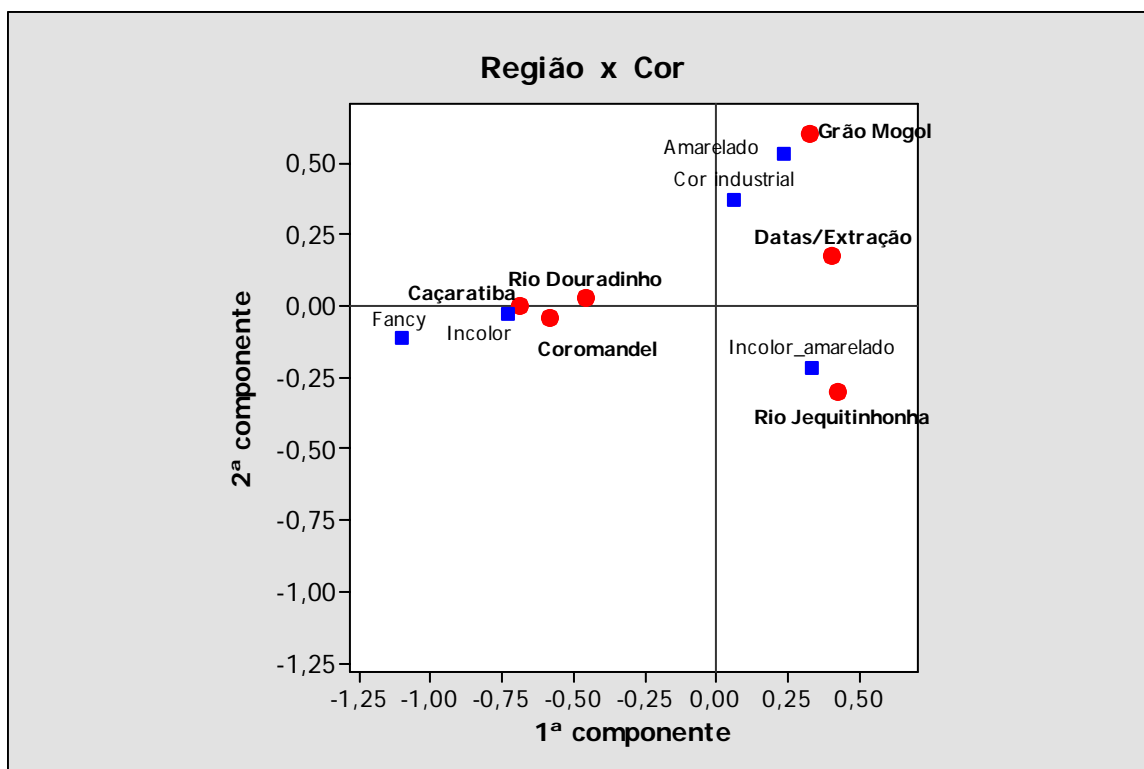


Figura 77: Associação entre região de produção e cor dos diamantes.

6.3.3 - Variável Forma

Analisando a Tabela 46 é possível concluir que a primeira componente está mais relacionada com as regiões de Caçaratiba, Rio Jequitinhonha, Distrito de Coromandel e Rio Douradinho. A segunda componente está mais relacionada com os campos de Datas/Extração e Distrito de Grão Mogol. Em análise da Tabela 47 nota-se que a primeira componente está mais relacionada com a categoria irregular e a segunda componente está mais relacionada com a categoria agregado.

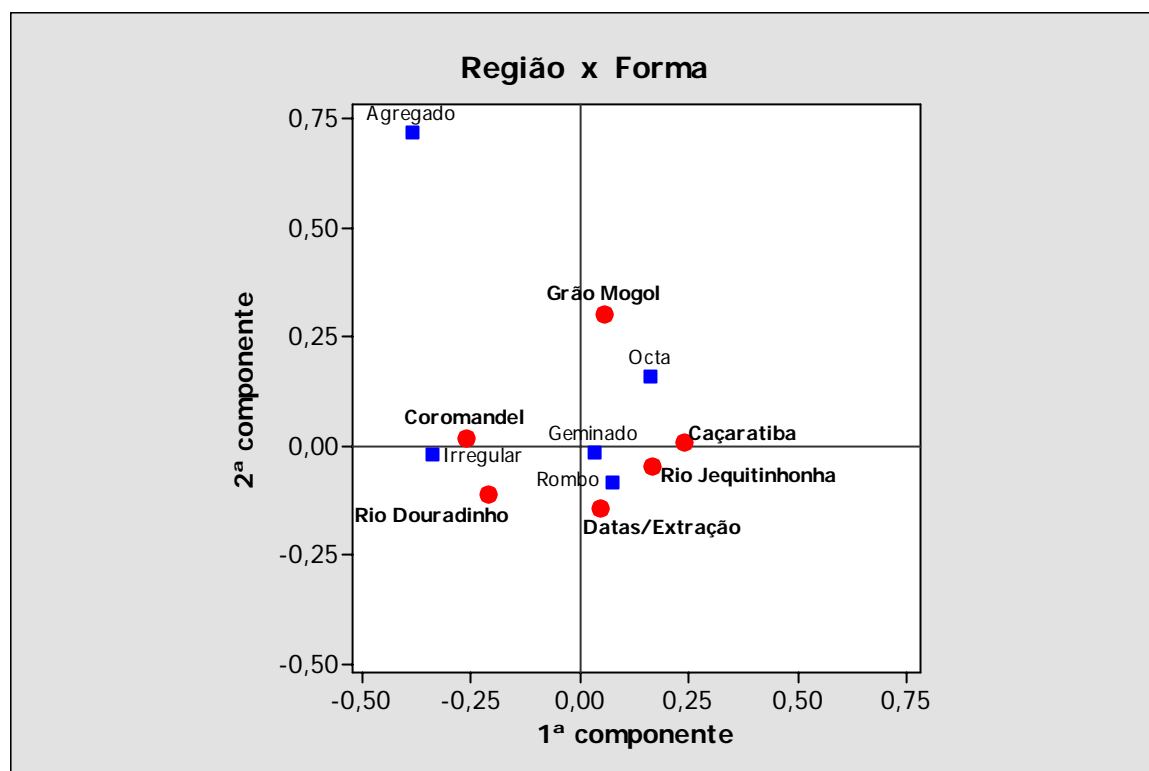
Tabela 46: Coordenadas principais das linhas (variável forma).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Caçaratiba	0,239	0,815	0,007	0,001
Datas/Extração	0,049	0,055	-0,146	0,488
Rio Jequitinhonha	0,166	0,813	-0,051	0,076
<i>Distrito Grão Mogol</i>	0,058	0,035	0,303	0,957
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	-0,260	0,994	0,018	0,004
<i>Rio Douradinho</i>	-0,211	0,711	-0,112	0,202

Tabela 47: Coordenadas principais das colunas (variável forma).

Forma	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Agregado	-0,383	0,213	0,717	0,746
Geminado	0,033	0,021	-0,018	0,002
Irregular	-0,339	0,990	-0,023	0,006
Octa	0,162	0,494	0,159	0,330
Rombo	0,076	0,410	-0,087	0,203

Ao observar a Figura 78 percebe-se que a região do Distrito de Coromandel apresenta maior associação com a categoria irregular. Os diamantes de forma geminado e rombododecaedro mostram-se mais associados às regiões de Caçaratiba, Rio Jequitinhonha e Datas/Extração. A forma octaedro aparece mais associada ao Distrito de Grão Mogol. Torna-se importante salientar que a forma dos diamantes, nas regiões do Rio Douradinho e do Distrito de Coromandel (pertencentes a Província Alto Paranaíba) apresentaram-se associadas a diferentes categorias. Nesse caso, tal fato ocorre com poucas variáveis (a forma é uma destas). Para as demais variáveis, as referidas áreas sempre estão associadas a uma mesma categoria, sendo um forte indicativo de semelhança entre esses diamantes.

**Figura 78:** Associação entre região de produção e forma dos diamantes.

6.3.4 - Variável Pureza

A Tabela 48 possibilita concluir que a primeira componente está mais relacionada com as regiões do Rio Jequitinhonha, Distrito de Coromandel e Rio Douradinho. A segunda componente está mais relacionada com os campos de Datas/Extração. Já a análise da Tabela 49 mostra que a primeira componente está mais relacionada com diamantes de maior pureza (1 a 3) bem como de menor pureza (5), enquanto a segunda componente está mais relacionada com diamantes de pureza intermediária (4).

Tabela 48: Coordenadas principais das linhas (variável pureza).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coeficiente	Correlação	Coeficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Caçaratiba	-0,320	0,455	0,287	0,366
Datas/Extração	-0,001	0,000	-0,442	0,864
Rio Jequitinhonha	0,416	0,933	0,111	0,066
<i>Distrito Grão Mogol</i>	-0,060	0,031	-0,177	0,273
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	-0,354	0,893	0,112	0,090
<i>Rio Douradinho</i>	-0,150	0,949	-0,012	0,066

Tabela 49: Coordenadas principais das colunas (variável pureza).

Pureza	Componente 1		Componente 2	
	Coeficiente	Correlação	Coeficiente	Correlação
1	0,242	0,915	0,073	0,083
2	-0,506	0,897	0,128	0,058
3	-0,164	0,404	-0,056	0,048
4	-0,012	0,000	-0,617	0,972
5	-0,675	0,406	-0,142	0,018

Na Figura 79 percebe-se que o Rio Jequitinhonha está mais associado à pureza 1. Os diamantes de pureza 2 mostraram maior associação com as regiões do Distrito de Coromandel e Caçaratiba. Os diamantes com pureza 3 apresentaram maior associação com as regiões do Rio Douradinho e de Grão Mogol. Os campos de Datas/Extração apresentam-se mais associados à pureza 4.

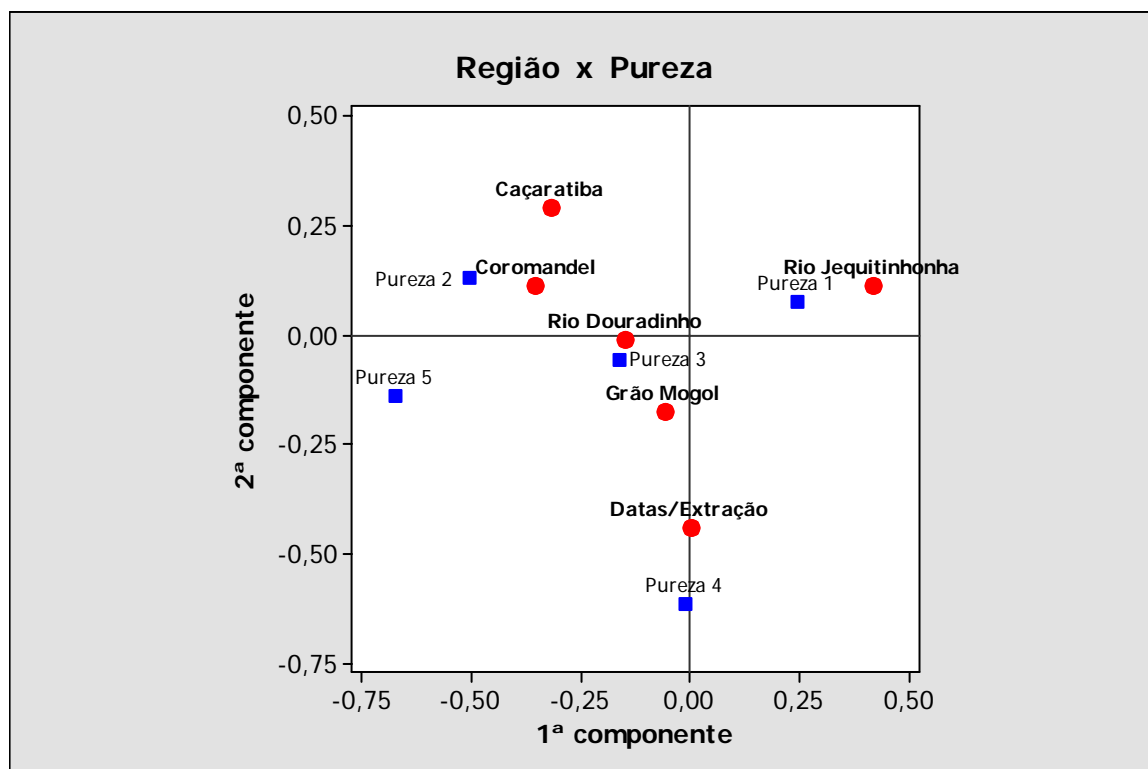


Figura 79: Associação entre região de produção e pureza dos diamantes.

6.3.5 - Variável Dissolução

A Tabela 50 denota que a primeira componente está mais relacionada com as regiões de Grão Mogol, Rio Jequitinhonha, Rio Douradinho e do Distrito de Coromandel. A segunda componente está mais relacionada com região de Caçaratiba. A Tabela 51 mostra que a primeira componente está mais relacionada com os diamantes corroídos, dissolvidos ou com dissolução do tipo médio/visível. A segunda componente está mais relacionada com a categoria *frosting*.

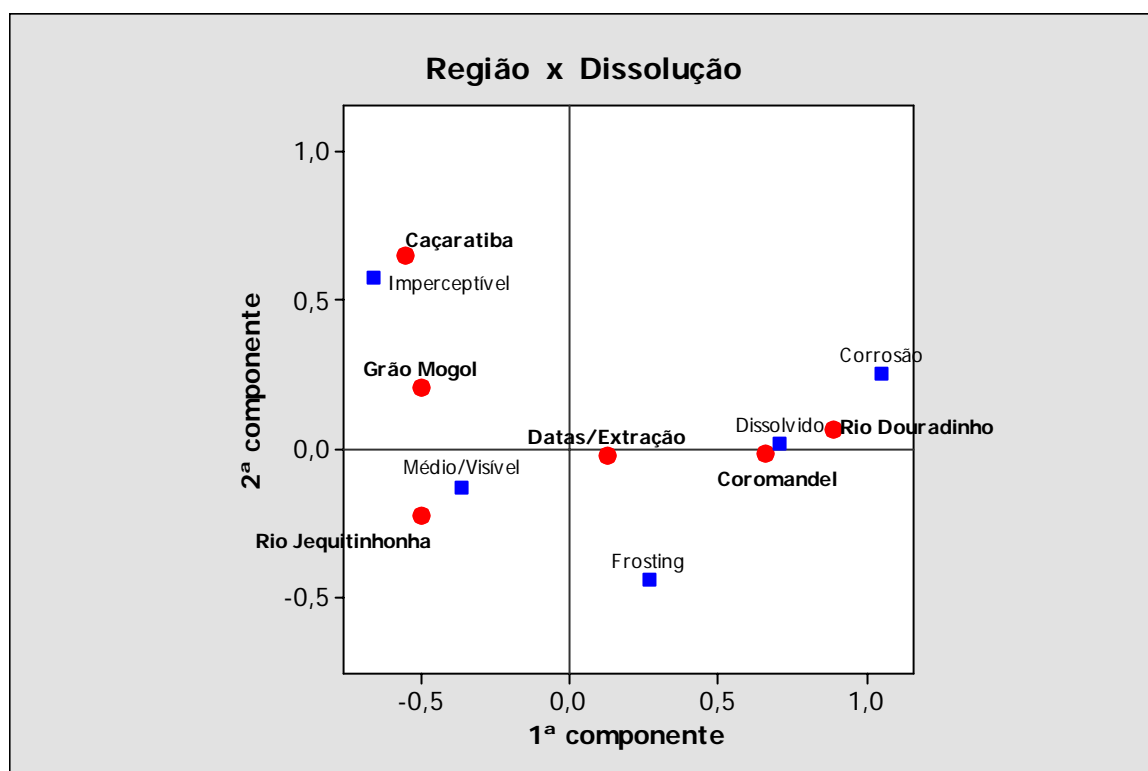
Tabela 50: Coordenadas principais das linhas (variável dissolução).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Caçaratiba	-0,548	0,402	0,652	0,570
Datas/Extração	0,128	0,113	-0,024	0,004
Rio Jequitinhonha	-0,499	0,809	-0,230	0,171
<i>Distrito Grão Mogol</i>	-0,496	0,833	0,202	0,139
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	0,667	0,985	-0,015	0,001
<i>Rio Douradinho</i>	0,890	0,973	0,065	0,005

Tabela 51: Coordenadas principais das colunas (variável dissolução).

Dissolução	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Corrosão	1,054	0,807	0,252	0,046
Dissolvido	0,714	0,959	0,017	0,001
<i>Frosting</i>	0,270	0,132	-0,442	0,354
Imperceptível	-0,658	0,562	0,579	0,436
Médio/Visível	-0,362	0,885	-0,130	0,113

Na Figura 80 percebe-se que as regiões da Província Alto Paranaíba (Rio Douradinho e Distrito de Coromandel) apresentam maior associação com diamantes dissolvidos. A região do Rio Jequitinhonha apresenta-se mais associada aos diamantes com dissolução no nível médio/visível e a região de Caçaratiba mostrou associação a diamantes com dissolução imperceptível.

**Figura 80:** Associação entre região de produção e dissolução dos diamantes.

6.3.6 - Variável Clivagem Superimposta (Quebras)

A Tabela 52 leva a concluir que a primeira componente mostrou-se associada com todas as regiões analisadas. O mesmo ocorre com as coordenadas principais das colunas: é possível observar uma associação da primeira componente com todas as categorias da variável clivagem superimposta (Tabela 53).

Tabela 52: Coordenadas principais das linhas (clivagem superimposta).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Caçaratiba	0,213	0,767	-0,117	0,233
Datas/Extração	0,278	0,648	0,203	0,347
Rio Jequitinhonha	0,294	0,979	-0,043	0,021
<i>Distrito Grão Mogol</i>	0,148	0,944	-0,017	0,012
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	-0,443	0,972	-0,074	0,027
<i>Rio Douradinho</i>	-0,595	0,925	0,167	0,073

Tabela 53: Coordenadas principais das colunas (clivagem superimposta).

Clivagem superimposta	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Intacto	0,174	0,997	0,0009	0,003
Lascas	-0,953	0,857	0,386	0,141
Levemente quebrados	-0,758	0,990	0,041	0,003
Quebras perceptíveis	-0,576	0,856	-0,235	0,142

Na Figura 81 percebe-se que todas as regiões da Província Serra do Espinhaço (Datas/Extração, Caçaratiba, Grão Mogol e Rio Jequitinhonha) mostram forte associação com a categoria de diamantes intactos. Os diamantes levemente quebrados estão mais associados à região do rio Douradinho e aqueles com quebras perceptíveis mostraram maior associação com o Distrito de Coromandel.

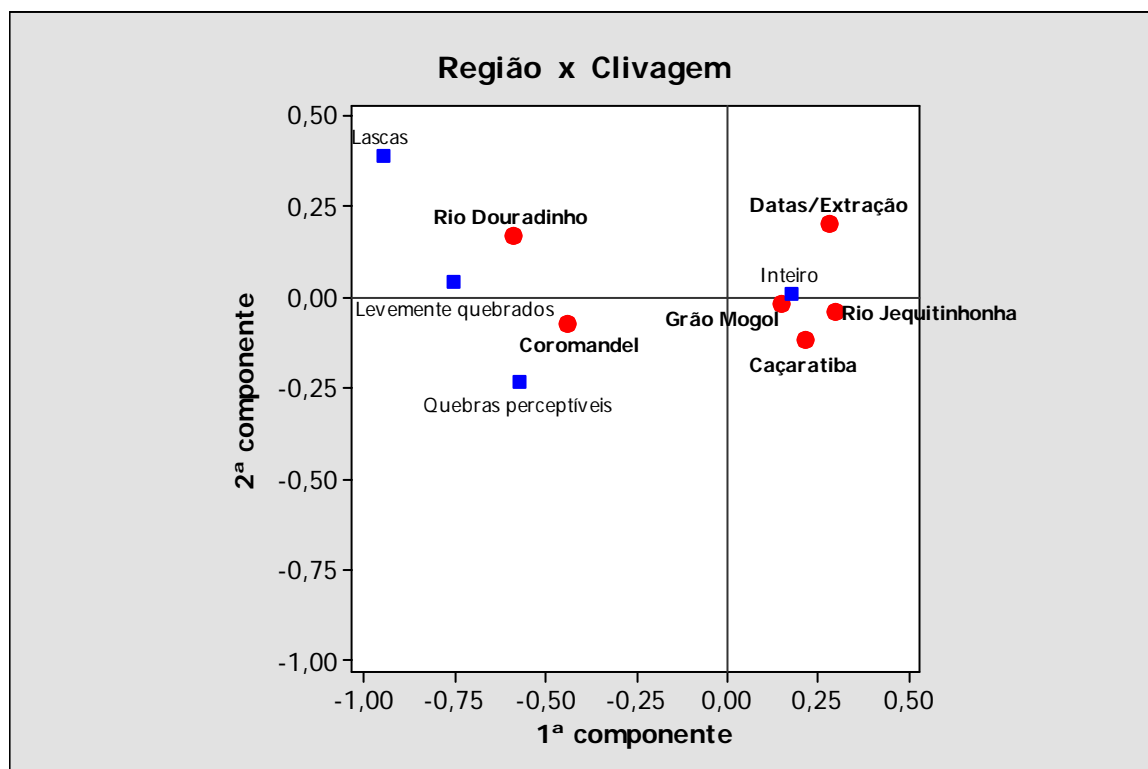


Figura 81: Associação entre região de produção e clivagem dos diamantes.

6.3.7 - Variável Capas

A Tabela 54 permite concluir que a primeira componente está mais relacionada com as regiões de Datas/Extração, Rio Jequitinhonha, Distrito de Coromandel e Rio Douradinho, enquanto a segunda componente mostrou-se mais relacionada com a região de Caçaratiba. A Tabela 55 mostra a primeira componente associada preferencialmente aos diamantes com manchas verdes, pontos verdes ou sem capas. Já os diamantes com capas amarelas/marrons estão mais relacionados à segunda componente.

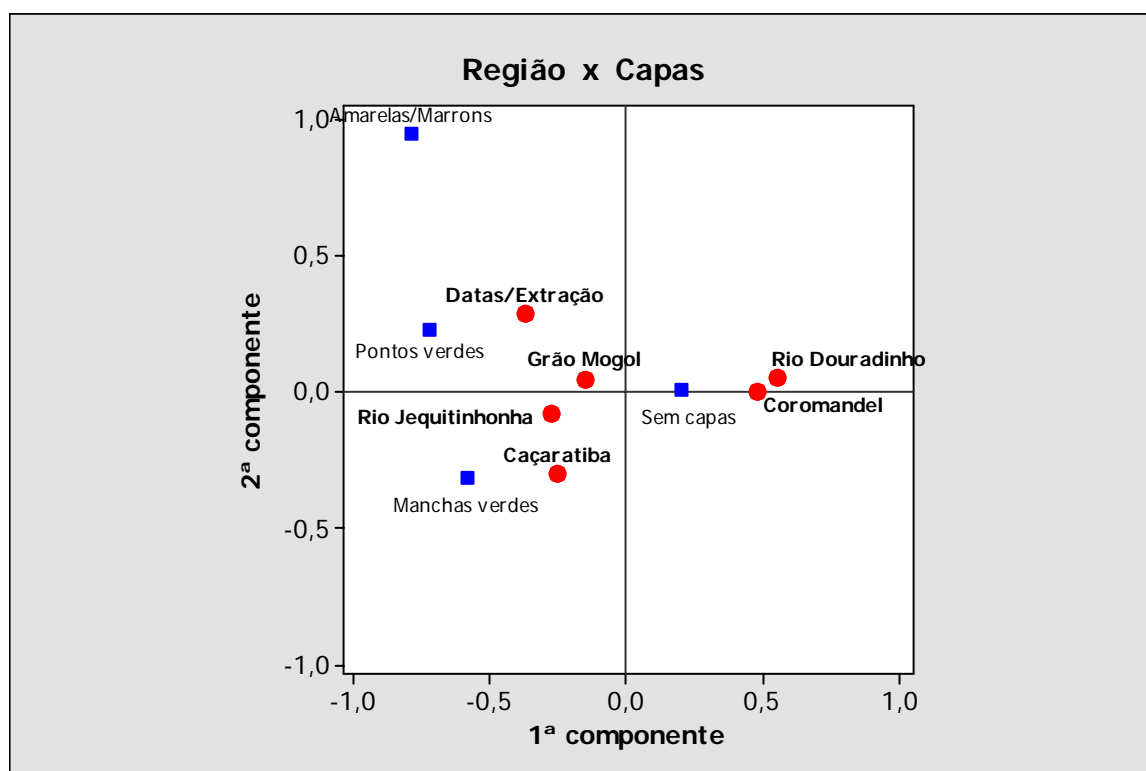
Tabela 54: Coordenadas principais das linhas (variável capas).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Caçaratiba	-0,248	0,403	-0,301	0,593
Datas/Extração	-0,370	0,632	0,282	0,368
Rio Jequitinhonha	-0,270	0,914	-0,082	0,084
<i>Distrito Grão Mogol</i>	-0,148	0,905	0,047	0,090
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	0,485	1,000	-0,003	0,000
<i>Rio Douradinho</i>	0,559	0,992	0,050	0,008

Tabela 55: Coordenadas principais das colunas (variável capas).

Capas	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Amarelas/Marrons	-0,784	0,396	0,944	0,575
Manchas verdes	-0,583	0,769	-0,319	0,231
Pontos verdes	-0,716	0,912	0,223	0,088
Sem capas	0,207	0,999	0,007	0,001

A Figura 82 destaca que as regiões da Província Alto Paranaíba (Rio Douradinho e Distrito de Coromandel) mostraram associação com diamantes sem capas. Já as regiões da Província Serra do Espinhaço (Caçaratiba, Datas/Extração, Grão Mogol e Rio Jequitinhonha) mostraram maior associação a diamantes com capas, manchas e pontos verdes.

**Figura 82:** Associação entre região de produção e capas dos diamantes.

6.3.8 – Variável Qualificação Comercial

A Tabela 56 leva a concluir que a primeira componente está mais relacionada com as regiões de Caçaratiba, Datas/Extração e Rio Jequitinhonha, enquanto a segunda componente mostrou-se mais relacionada com as regiões dos distrito de Grão Mogol e de Coromandel. A Tabela 57 mostra que a primeira componente está mais associada aos diamantes com qualificação comercial do tipo gema 1 e indústria e a segunda componente está mais associada aos diamantes do tipo *chip*.

Tabela 56: Coordenadas principais das linhas (qualificação comercial).

Região	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
Província Serra do Espinhaço				
<i>Distrito Diamantina</i>				
Caçaratiba	0,275	0,717	0,150	0,214
Datas/Extração	0,503	0,980	0,049	0,009
Rio Jequitinhonha	-0,328	0,939	0,083	0,060
<i>Distrito Grão Mogol</i>	0,099	0,169	0,214	0,784
Província Alto Paranaíba				
<i>Distrito Coromandel</i>	0,006	0,000	-0,299	0,994
<i>Rio Douradinho</i>	0,039	0,197	0,012	0,018

Tabela 57: Coordenadas principais das colunas (qualificação comercial).

Qualificação comercial	Componente 1		Componente 2	
	Coefficiente	Correlação	Coefficiente	Correlação
<i>Chip</i>	-0,037	0,021	-0,247	0,958
Gema 1	-0,287	0,610	-0,182	0,246
Gema 2	-0,197	0,567	0,172	0,432
Indústria	0,467	0,982	0,062	0,017

Observando a Figura 83 percebe-se que o Distrito de Coromandel apresenta maior associação a diamantes com qualificação comercial *chip*. A região de Datas/Extração apresenta maior associação a categoria indústria e a região do Rio Jequitinhonha está mais associada à gema 2.

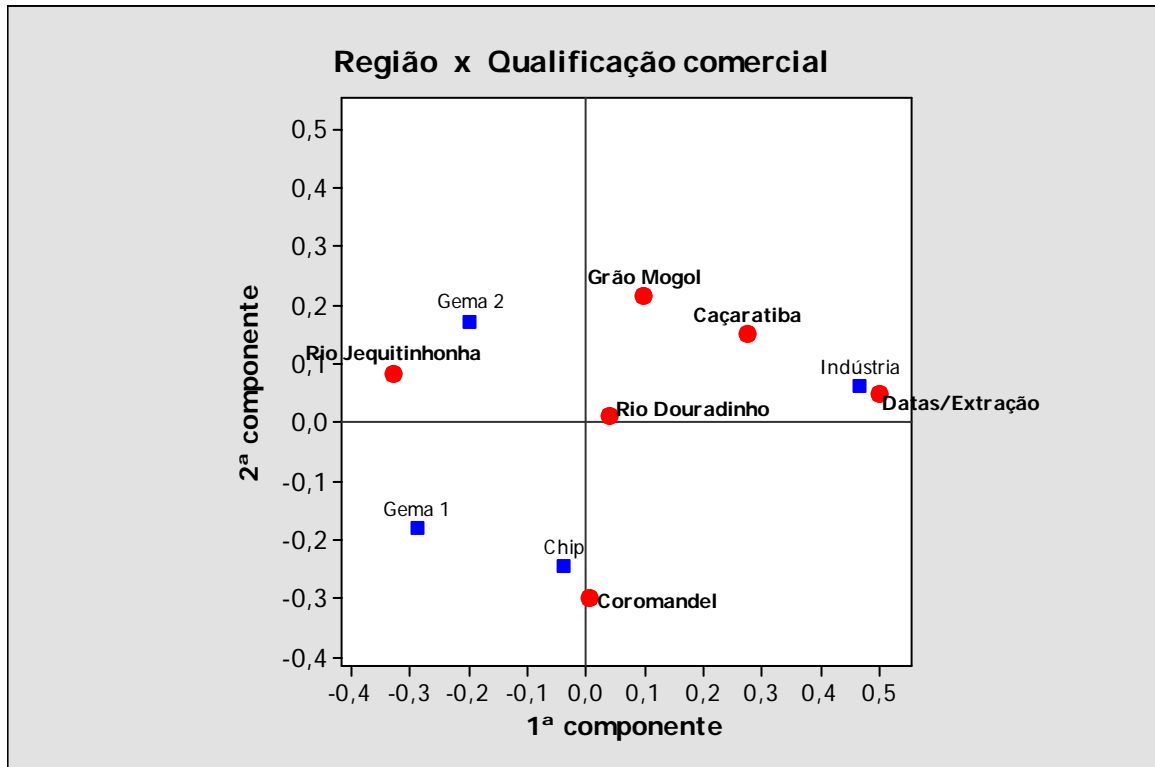


Figura 83: Associação entre região de produção e qualificação comercial dos diamantes.

7 - DISCUSSÕES

Os resultados estatísticos obtidos sobre as características das populações das quatro províncias diamantíferas mineiras, comparados entre si, levam à constatação de que existem diferenças bastante nítidas entre os lotes de cada uma destas. De modo geral, os resultados corroboram descrições fornecidas em diversos estudos anteriores realizados em algumas destas regiões por outros autores.

Na Tabela 58, apresenta-se um resumo das principais características das populações das províncias diamantíferas, bem como os aspectos contrários, ou seja, aqueles que não devem ser considerados ou raramente podem ser verificados em indivíduos procedentes das referidas regiões.

Tabela 58: Síntese das características mais importantes das populações de diamantes das províncias estudadas, enfatizando os aspectos “relevantes” e “contrários”.

PROVÍNCIA DIAMANTÍFERA	DISTRITOS/ CAMPOS	ASPECTOS RELEVANTES	ASPECTOS CONTRÁRIOS
Alto Paranaíba	<i>Coromandel</i>	alta quilatagem cores <i>fancies</i> alta dissolução quebras	capas
Serra da Canastra	<i>Alto São Francisco</i>	baixa quilatagem cristais incolores forma octaedro agregados cristalinos	cores <i>fancies</i> quebras capas
Noroeste São Francisco		média/alta quilatagem cores <i>fancies</i> cristais irregulares quebras	
Serra do Espinhaço	<i>Jequitai</i>	baixa quilatagem f. rombododecaedro cristais intactos capas amarelas	cores <i>fancies</i> quebras corrosão
	<i>Grão Mogol</i>	baixa quilatagem f. rombododecaedro agregados cristalinos cristais intactos capas verdes	cores <i>fancies</i> quebras corrosão
	<i>Diamantina</i>		
	Datas/Extração	baixa quilatagem f. rombododecaedro cristais intactos capas verdes	cores <i>fancies</i> agregados quebras corrosão
	Rio Jequitinhonha	média quilatagem f. rombododecaedro cristais intactos capas verdes	cores <i>fancies</i> agregados cristalinos quebras corrosão

De acordo com a estatística descritiva, bem como na análise de correspondência, nota-se que para o fator peso os resultados foram similares. Este fator mostra-se bastante equiparado entre os distritos diamantíferos da Província Serra do Espinhaço (Jequitaí e Grão Mogol), bem como no campo de Datas/Extração, em todos predominando pedras entre 0,01 a 1,2 ct. Além disso, verifica-se a quase ausência de cristais maiores, superiores a 2 ct. Contudo, o Rio Jequitinhonha mostra uma tendência para cristais maiores do que nas demais áreas do Espinhaço.

No cruzamento de variáveis entre peso e forma, os campos de Datas/Extração e os distritos de Grão Mogol e de Jequitai apresentam probabilidade maior à ocorrência de pesos menores, com forma rombododecaedro, irregular e octaedro (Foto 19). No Rio Jequitinhonha, as maiores probabilidades tendem à forma rombododecaedro, nas diversas categorias de peso. Para todas as regiões da Serra do Espinhaço, o cruzamento entre variáveis peso e capa mostra que predominam diamantes sem capas principalmente na classe de peso de menor quilatagem.

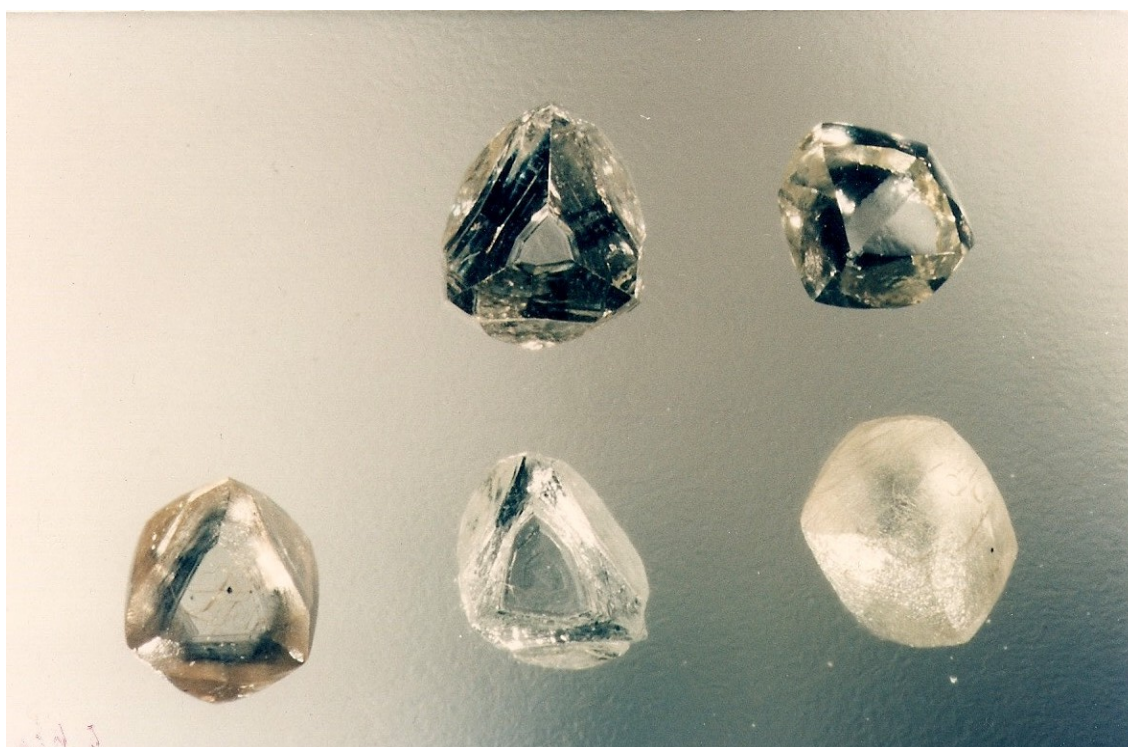


Foto 19: Diamantes do Distrito de Diamantina, denotando formas rombododecaedro e octaedro (peso em torno de 2 ct). Autor: M.L.S.Chaves.

Em ambos os métodos estatísticos aplicados, a região do Alto Paranaíba mostra uma tendência populacional de ocorrência de cristais maiores, fato já observado em outros estudos do gênero (Chaves & Chambel 2003, Liccardo & Svisero 2005). Praticamente todos os grandes diamantes brasileiros são provenientes dessa região (Barbosa *et al.* 1970, Barbosa

1991), destacando-se o Presidente Vargas com 726,7 ct, recuperado no rio Santo Antônio do Bonito (Reis 1959). O cruzamento entre variáveis peso e forma dos diamantes do Alto Paranaíba, denota probabilidade para formas octaedros, rombododecaedros e irregulares distribuídos em diferentes pesos. No que refere-se ao cruzamento de pesos e capas, o percentual é irrelevante e somente aparece para cristais com pesos de muito baixa quilatagem.

Na Província Noroeste São Francisco, assim como no Alto Paranaíba também predominam os cristais de maior quilatagem. Podem-se ainda obter diversas frequências de probabilidade entre peso e forma. As capas aparecem em percentuais muito baixos e nas categorias de peso menores.

Na Província Serra da Canastra, embora prevaleçam pedras com faixa de peso menores, diferentemente do Espinhaço aparece um valor considerável de cristais maiores do que 2 ct. Na relação entre peso e forma, predominam pesos de menor quilatagem nas formas octaedro e irregular. Capas não são observadas nos diamantes desta província.

Embora a tendência geral de cor das pedras da Província Serra do Espinhaço seja o incolor-amarelado, ocorre uma exceção ao Distrito de Grão Mogol, onde esse percentual se mescla também com o amarelado (Fotos 20 a 23). No cruzamento de variáveis entre cor e pureza, nos campos de Datas/Extração, Distrito de Jequitai e Rio Jequitinhonha é bastante notória a probabilidade de ocorrência de diamantes incolor-amarelados com pureza 1. Em Grão Mogol predomina a cor amarelada, também com pureza 1.

Na Província Alto Paranaíba, bem como na do Noroeste São Francisco ocorre uma oscilação entre as cores incolor e incolor-amarelado (Foto 24). O percentual de *fancy* mostra-se significativo, sendo que estes aparecem somente em tais províncias, e prevalecem as cores amarelo e rosa (Fotos 25 e 26). No que se refere às variáveis entre cor e pureza, para ambas as províncias a probabilidade de maior ocorrência é para cristais incolores com pureza 1, embora na região do Noroeste São Francisco também haja predomínio cristais incolor-amarelados com pureza 2.

Na Província Serra da Canastra predominam cristais incolores (Foto 27) e as maiores probabilidades de ocorrência se dão em cristais incolores, com pureza 2.

A forma de ocorrência mais comum verificada na Província do Espinhaço é o rombododecaedro, destacando-se também a forma octaedro. Tal afirmação corrobora os estudos de Chaves (1997) e Chaves & Chambel (2003). Ressalta-se que na análise de correspondência, o Rio Jequitinhonha mostrou grande afinidade com formas geminadas. Esse fato se dá devido ao maior número de cristais nessa categoria, registrado no total da amostra

coletada. O cruzamento de variáveis entre forma e qualificação comercial para os distritos de Grão Mogol, Jequitaiá e para o Rio Jequitinhonha mostram-se semelhantes; as maiores probabilidades de ocorrência de diamantes aparecem com qualificação gema 2 com forma rombododecaedro. O campo de Datas/Extração não define tendências específicas, e mostram múltiplas possibilidades.



Foto 20: Diamantes do Distrito de Jequitaiá. A maior pedra, à esquerda pesa 2,65 ct.



Foto 21: Detalhe de um cristal do Distrito de Jequitaiá, com peso de aproximadamente 4 ct.



Foto 22: Pequeno lote de diamantes do Distrito de Grão Mogol.



Foto 23: Lote de diamantes do Distrito de Diamantina, ressaltando a nítida presença de capas e pontos verdes (peso em torno de 1 ct).
Autor: A. Banko.



Foto 24: Diamantes da região de Coromandel com alta quilatagem e presença de dissolução marcante. As cores que predominam são incolor e incolor-amarelado e ocorrem *fancies* (amarelo-canário e rosa-light). O octaedro no canto inferior direito pesou 4,7 ct.

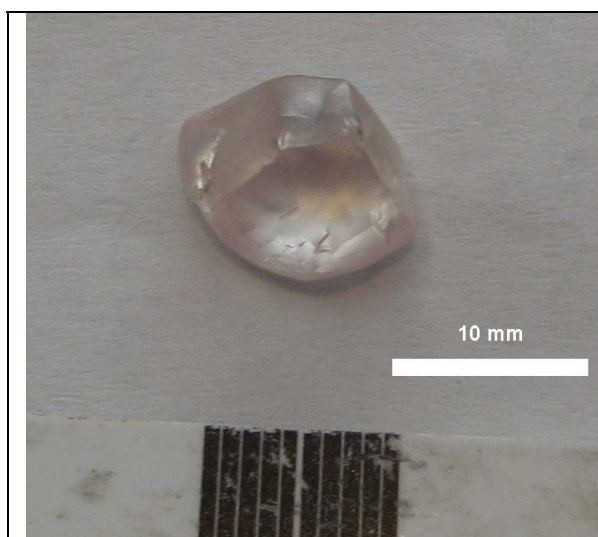


Foto 25: Diamante rosa-light pesando 5,92 ct, recuperado do rio Santo Antônio do Bonito, em Coromandel. Autor: H.O. Cookenboo.



Foto 26: Diamante rosa intenso pesando 0,48 ct, recuperado do rio Douradinho, em Coromandel.



Foto 27: Lote de diamantes da Província da Serra da Canastra. Cristais pequenos, quase sempre incolores, com forma octaédrica e pouca dissolução.

Na Província do Alto Paranaíba e Noroeste São Francisco, predominam cristais rombododecaedros e irregulares. Kaminsky *et al.* (2001) também concluíram em seus estudos que a forma predominante para essas regiões é o rombododecaedro. O cruzamento de variáveis entre forma e qualificação comercial mostra possibilidades diversas para ambas as províncias.

Na Serra da Canastra predominam os octaedros, fato que está em concordância com as descrições de Cookenboo (2005) que destaca a forte ocorrência de cristais octaédricos e pouco dissolvidos nesta região. No cruzamento das variáveis entre forma e qualificação comercial, a maior probabilidade de ocorrência são para diamantes de forma octaedro com qualificação gema 1.

De modo geral, os diamantes da Província Serra do Espinhaço classificam-se nos graus de pureza entre 1 e 2, sendo relevante ainda a pureza 4. O Alto Paranaíba, mostra tendência às purezas 1 e 2 e Noroeste São Francisco às purezas 1, 2 e 3, enquanto a Serra da Canastra possui percentuais mais elevados nos graus de pureza 2 e 3. Na análise de correspondência, tal província está mais associada à pureza 5 (conforme anteriormente

explicitado), e isso ocorre devido ao maior número de diamantes nessa categoria no total da amostra.

Os diamantes da Serra do Espinhaço geralmente apresentam algum grau de dissolução, e em sua maioria estão classificados no médio/visível, por vezes com alguma corrosão e/ou *frosting*. O Distrito de Jequitaiá se destaca por apresentar um elevado percentual no nível de dissolução imperceptível. Para todas as áreas de tal província, o cruzamento de variáveis entre dissolução e clivagem superimposta (quebras), destaca a maior probabilidade para cristais intactos e com dissolução médio/visível.

A população de diamantes da Província Alto Paranaíba mostra elevados percentuais de cristais com dissolução e também com corrosão (Foto 28), enquanto que o cruzamento de variáveis entre dissolução e clivagem superimposta destaca cristais dissolvidos e intactos, bem como intactos, mas com dissolução médio/visível.



Foto 28: Lote de diamantes da região de Coromandel. Nota-se intensa dissolução, formas irregulares, incolores e alguns com inclusões grandes (o cristal maior pesa 13,2 ct).

Na Província Noroeste São Francisco, a maioria dos cristais aparece na categoria de dissolução médio/visível, mas é considerável ainda os graus imperceptível e dissolvido. Predomina a probabilidade de ocorrência de cristais intactos com dissolução no grau médio visível (Foto 29).



Foto 29: Lote de diamantes da Província Noroeste São Francisco, ressaltando sua heterogeneidade. Nota-se cristais com dissolução, formas rombododecaédricas, octaédricas, irregulares e lascas; de incolores a amareladas e marrons, sendo uma rosa-*light*; algumas com capa verde e as de maior quilatagem clivadas.

A Serra da Canastra está associada a cristais em sua maioria no nível de dissolução médio/visível, seguido de dissolvidos e imperceptível. A maior probabilidade de ocorrência é para diamantes sem clivagem e com dissolução médio/visível.

Em termos de clivagem, o maior percentual de cristais quebrados foi observado nas províncias Alto Paranaíba e Noroeste São Francisco (Foto 30), onde ocorrem muitas lascas, cristais com quebras perceptíveis e levemente quebrados, respectivamente. Na Serra da Canastra destacam-se cristais com quebras perceptíveis.

Na Província Serra do Espinhaço essa tendência é insignificante. Ocorre uma maior proporção de pedras clivadas no Distrito de Grão Mogol, em relação aos distritos de Diamantina e de Jequitaiá. Estes dados são também corroboram os estudos de Chaves & Chambel (2003).



Foto 30: Diamantes da Província Noroeste São Francisco, com lascas e quebras perceptíveis, os dois centrais com *frosting* e o da esquerda com cor *fancy* rosa. Este último diamante pesou 1,8 ct.

A presença de capas verdes é muito característica nas pedras da Serra do Espinhaço. De modo geral, foi verificado que cerca de 30% do total de cristais analisados possuem capas verdes, com exceção na região de Jequitaiá que divide esse mesmo percentual entre as capas verdes e amarelas/marrons, comuns apenas nesse distrito e ausentes nas outras áreas do Espinhaço.

Nas províncias do Alto Paranaíba e Noroeste São Francisco, aparece uma discreta ocorrência de capas verdes. Ressalta-se que no Alto Paranaíba as capas foram observadas apenas em microdiamantes recuperados da bacia do rio Douradinho (Foto 31). Estudo realizado em microdiamantes dessa área, por Chaves *et al.* (2005), mostrou que cerca de 3,22% indivíduos analisados apresentavam capas verdes. Neste aspecto, Chaves & Chambel (2003), argumentam que as capas são raríssimas nos macrodiamantes de Coromandel (<0,6%), e salientam ainda que quando presentes, o aspecto geral destas mostra-se com aspecto desgastado ou muito tênue.

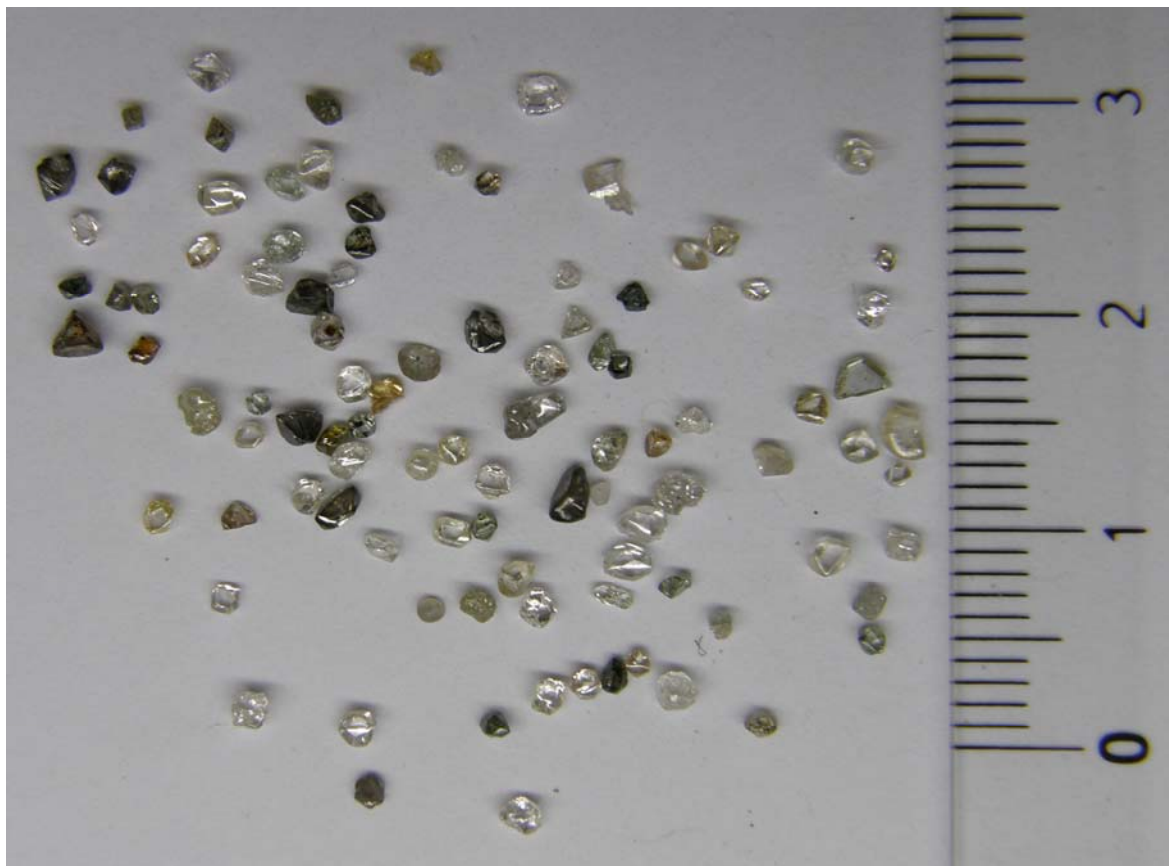


Foto 31: Microdiamantes do rio Douradinho (Província Alto Paranaíba). Nota-se alguns cristais com capa verde mas com características típicas da região, alguns de cor *fancy* (amarelo-canário); e com formas de rombododecaedro, octaedro e irregular; muito dissolvidos e lascas. Autor: S.Melo.

Considerando-se os parâmetros mineralógicos analisados, as populações de diamantes da Província Espinhaço foram classificadas como gemas 1 e 2, sendo baixo o percentual considerado industrial, com exceção à Grão Mogol e os campos de Datas/Extração, que revelam um valor mais elevado de pedras industriais do que nas demais áreas da província.

A região do Alto Paranaíba mostra uma certa tendência entre gemas 2, *chips* e indústria. Para esta região, Chaves & Chambel (2003) também destacam a presença bastante frequente de cristais de qualidade industrial, o que coincide com os resultados aqui obtidos.

A Província Noroeste São Francisco mostra um maior percentual de gemas 2, *chips* e gema 1. A ocorrência de pedras de qualidade industrial é menor do que no Alto Paranaíba, mas ainda assim, considerável. Ressalta-se que com relativa frequência são encontrados no rio Abaeté diamantes considerados “carbonados”. Entretanto, um exame a olho nu de algumas dessas pedras, levam a concluir que não se tratam de autênticos carbonados, apresentando maior semelhança com framesitas (uma variedade preta do *bort*,

com menor densidade) (Foto 32). Contudo, estudos mais aprofundados são necessários para que se possa confirmar tal afirmação.



Foto 32: Agregados cristalinos *borts* escuros, encontrados com relativa frequência no rio Abaeté (maior com 33,12 ct e o menor com 1,72 ct).

Os diamantes da Província Serra da Canastra são classificados em sua maioria como gemas 1 e 2. Cristais com qualificação industrial também são relevantes (Foto 33). Vale ressaltar que os resultados apresentados, abrangeram apenas cristais do Distrito Alto São Francisco. Embora estudos específicos sobre os diamantes deste distrito ainda sejam escassos, tais resultados vêm ao encontro de relatos de mineradores que atuaram na área.



Foto 33: Diamantes de qualificação industrial da Província Serra da Canastra. O cristal mais superior pesou 2,6 ct.

7.1 - CONSIDERAÇÕES SOBRE CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS E A ORIGEM DOS DIAMANTES

As características mineralógicas das populações podem ser um importante indicador no que se refere à origem da fonte do diamante. Sutherland (1982) demonstra a sistemática variação no tamanho e na classificação dos diamantes a partir de suas fontes primárias, como resultado do transporte fluvial ou marinho. Tal autor constatou que em diversos depósitos de Serra Leoa e do centro da África (Zaire e Angola), diamantes originados de áreas fontes restritas foram disseminados por milhares de quilômetros quadrados, o que resultou em uma sistemática redução na média do tamanho dos cristais com o aumento da distância transportada. Essa redução no tamanho, porém, foi acompanhada pela melhoria gemológica dos diamantes, uma vez que os tipos de qualidade inferior (como geminados ou *borts*) são pulverizados no trajeto. Assim, o valor absoluto de lotes de diamantes provenientes de depósitos secundários representa um estado de equilíbrio entre o transporte (diminuição no tamanho e no peso) e a qualificação gemológica (aumento da qualidade). Ressalta-se ainda

que kimberlitos em geral possuem um alto percentual de pedras clivadas, podendo atingir até cerca de 70% do volume total, como na África do Sul (Williams 1932), o que constitui mais uma evidência a favor do decréscimo de cristais deste tipo com o transporte. Os hábitos cristalinos simples do diamante predominantes em kimberlitos e lamproítos são o octaedro e o rombododecaedro (Harris *et al.* 1975, 1979, Hall & Smith 1984). O transporte, entretanto, indica preferenciar a forma rombododecaédrica, conforme observado nos depósitos da Namíbia, que contém uma elevada proporção deste hábito (Sutherland 1982). Tal fato pode ser explicado pelo número superior de faces e pelo arredondamento destas causado pela dissolução, resultando em um coeficiente hidrodinâmico maior do que os apresentados pelos cristais com faces planas.

Quanto o aspecto morfológico, as feições mostradas pela população da Província Serra do Espinhaço, com o predomínio de cristais de menor tamanho, as superfícies geralmente intactas, e as formas comumente rombododecaédricas, levam a evidenciar que esses diamantes podem ter sido transportados por longa distância antes de serem depositados nos conglomerados do Supergrupo Espinhaço, estando portanto distante de sua fonte primária. Estudos realizados por Chaves (1997), em diamantes da referida província, apresentaram resultados similares aos obtidos no presente trabalho. Tal autor constatou uma significativa ocorrência de cristais de baixa quilatagem, o predomínio do hábito rombododecaédrico, a reduzida proporção de cristais com defeitos ou grandes inclusões, raríssimos agregados cristalinos, proporção de fragmentos de clivagem muito inferior à de cristais inteiros e a considerável população de diamantes de qualificação gemológica. Chaves (1997) também considera tais características, como um forte argumento a favor de uma origem distante para o diamante da região. A Figura 84 mostra um modelo de evolução para os diamantes da Serra do Espinhaço, proposto por Chaves & Chambel (2003).

Particularmente, com relação ao Distrito de Grão Mogol, assim como também verificado neste trabalho, ocorre uma porcentagem menor de “gemas”. Chaves (1997), ainda considera uma participação maior (embora rara) de *borts* e cubos, praticamente inexistentes nos outros distritos do Espinhaço. Segundo tal autor, a presença dessas formas pode ser um indicativo de uma origem “algo” mais próxima para tais diamantes embora suas características gerais associem-se a um mesmo tipo de fonte que as das outras áreas da Serra do Espinhaço.

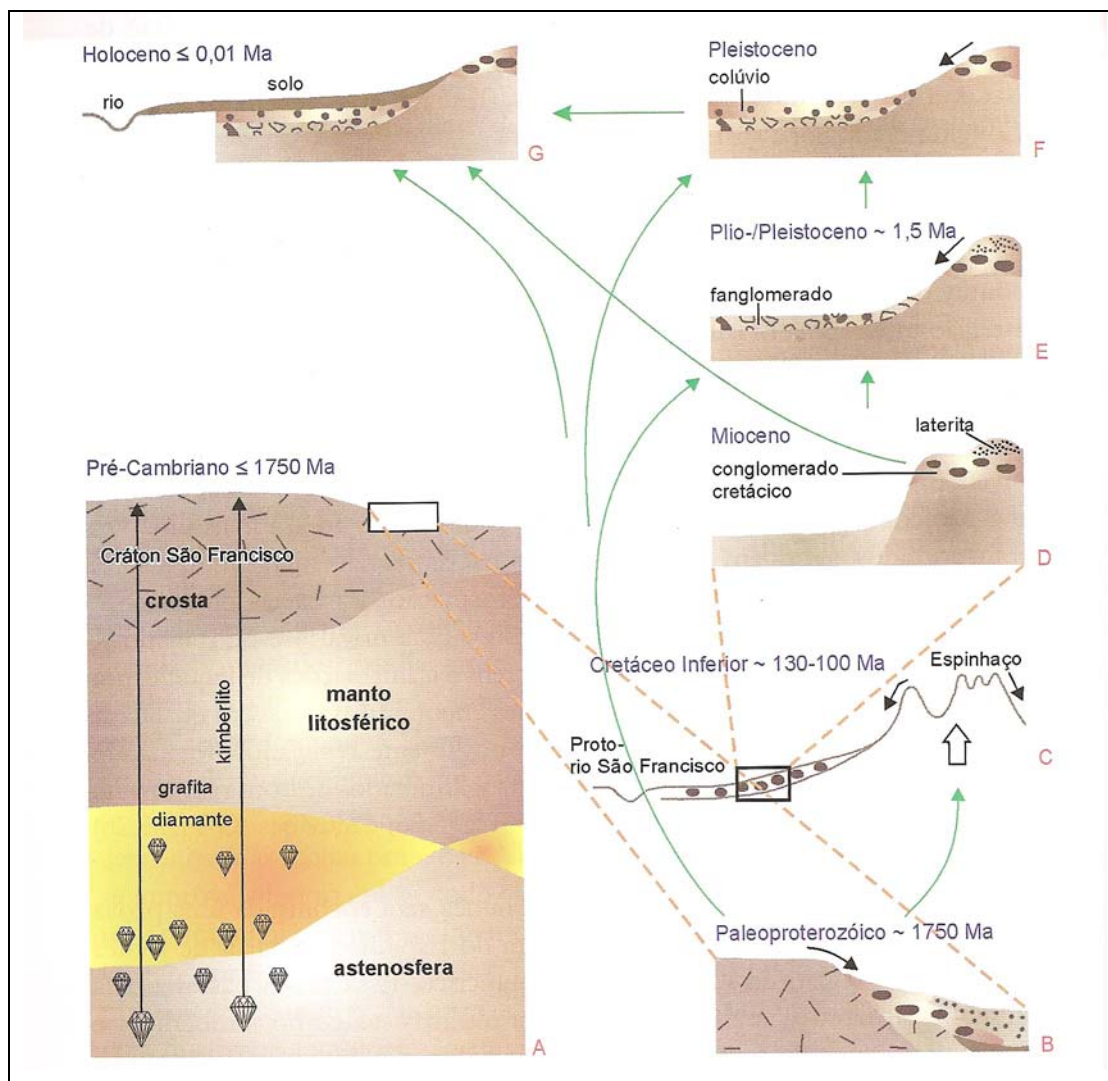


Figura 84: Esquema para evolução geológica dos diamantes na Serra do Espinhaço desde sua possível fonte, no manto terrestre, e intrusão de *pipes* no Cráton São Francisco (A). A partir da intrusão dos *pipes*, os diamantes foram seguidamente mobilizados para os sedimentos proterozóicos do Espinhaço (B), e destes para sedimentos mesozóicos (C), lateritas terciárias (D), fanglomerados plio-pleistocênicos (E), colúvios sub-recentes (F) e aluviões recentes (G).
Extraído de Chaves & Chambel (2003).

Na Província Alto Paranaíba, onde ocorre maior frequência de pedras de grande porte, bem como diamantes considerados “gigantes” (isto é, aqueles com mais de 100 ct), embora também predominem formas rombododecaédricas, estas frequentemente mostram-se clivadas e/ou muito dissolvidas. Pode-se considerar que a alta quilatagem, as superfícies clivadas e a constante presença de lascas, sejam fatores que dificultam o transporte dessas pedras, que acabam assim por permanecerem próximas de sua fonte originária. Desse modo, não ocorre a seleção pelo transporte, o que explica a grande quantidade de pedras com qualidade comercialmente inferior.

Um outro fator a ser considerado é a ocorrência de muitos corpos kimberlíticos e lamproíticos já descritos na região, alguns mineralizados, embora, até então, considerados anti-econômicos. Esses fatores representam fortes indícios de que as fontes primárias desses diamantes são proximais. Tal hipótese é também apoiada por diversos autores, podendo-se citar: Barbosa (1991), Chaves (1991), Kaminski *et al.* (2001), Svisero & Basei (2005) e Liccardo & Svisero (2005). Quanto ao encontro periódico de diamantes gigantes, Liccardo & Svisero (2005) ressaltam que como o diamante possui clivagem perfeita e baixa tenacidade, parece pouco provável que os megacristais pudessem permanecer intactos a um transporte prolongado antes de alcançar os sítios atuais. Os estudos efetuados por Kaminsky *et al.* (2001) mostraram o predomínio de cristais rombododecaédricos arredondados com proporção relativamente elevada de pigmentação marrom, e também com superfícies clivadas. A presença e distribuição dos principais tipos morfológicos, entre os demais parâmetros avaliados, também levaram esses autores a sugerirem que os diamantes da região de Coromandel são derivados de uma fonte primária comum.

A Província Noroeste São Francisco mostra uma população bastante heterogênea, onde em vários aspectos se assemelha muito à do Alto Paranaíba. Ocorrem diamantes de ótima qualidade, diamantes “gigantes” e também as cores *fancies* são frequentemente observadas. Aparecem tanto cristais intactos como lascas; e embora restrita, há presença de capas. Considerando a ocorrência de kimberlitos na região, e as características dessa população, pode-se pressupor que nessa província, ocorre mais de uma fonte alimentadora, que poderiam ser de ambas origens, primárias e secundárias mais antigas.

A Figura 85 mostra o esquema de um possível modelo de evolução, o qual poderia ser aplicado à região da Província Noroeste São Francisco.

A Província Serra da Canastra, Distrito Alto São Francisco, revelou uma população muito característica de cristais incolores, formas octaédricas e com pouca dissolução, características que tendem a não priorizarem o transporte das mesmas. Entretanto, predominam cristais de baixa quilatagem. Embora esses diamantes sejam considerados de excelente qualidade gemológica, devido à cor e forma, é também considerável a proporção de pedras industriais. A ocorrência de kimberlitos na região, alguns, comprovadamente diamantíferos e potencialmente econômicos (Chaves *et al.* 2008a, b), permite assinalar que a fonte primária desses diamantes tenha uma origem proximal.

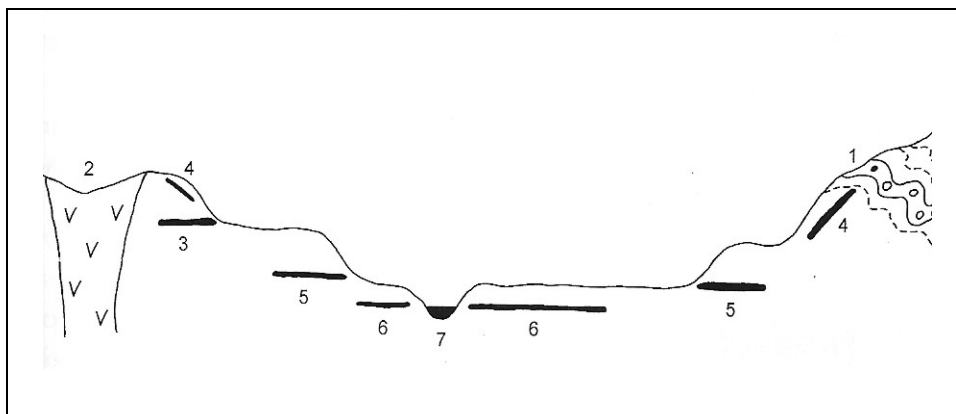


Figura 85: Modelo de evolução, o qual poderia ser aplicado aos rios Indaiá, Borrachudo e Abaeté, entre outros (Província Noroeste São Francisco). As fontes alimentadoras (no caso de origem primária e secundária) distribuem os diamantes, os quais vão formando novos depósitos secundários, até alcançarem o leito atual dos rios.

1) depósitos em conglomerados antigos dobrados, cujas fontes encontram-se erodidas; 2) depósito primário; 3) depósitos em conglomerados não dobrados, expostos nos altos dos planaltos, sob atividade erosiva; 4) depósitos coluvionares, situados próximos da rocha fonte, que pode ser tanto de origem primária quanto secundária; 5) depósitos em terraços, que ocorrem em posições topográficas superiores à do nível do rio atual; 6) depósitos de planícies aluvionares dos rios; 7) depósitos dos leitos dos rios, formado pelos cascalhos na parte interna dos rios atuais.

Embora este estudo não tenha abrangido o Distrito Médio Rio Grande, descrições efetuadas por Gonçalves & Algarte (1988), bem como Etchebehere *et al.* (1991), caracterizam os diamantes como pequenos (0,10 a 0,30 ct), incolores e eventualmente amarelo-claro, amarelo-esverdeado ou champanhe, com predomínio de formas tetrahexaédricas e dodecaédricas sobre cubos, octaedros, geminados e lascas, contendo, por vezes, inclusões. Perdoncini (2003), descreve um lote de 27 exemplares recuperado de um afluente do rio Sapucaizinho, onde cita aspectos similares, tais como cristais incolores e amarelo-claros, monocristalinos a policristalinos, formas geminadas, fragmentos e marcas de percussão. A maioria constituída por tetrahexaedros achatados, com menos de 0,30 ct.

De tal modo, as discussões apresentadas evidenciam a ocorrência de diferenças significativas entre as populações dos dois distritos diamantíferos pertencentes à Província Serra da Canastra.

Partindo-se dos indícios anteriormente citados, para o Distrito Médio Rio Grande ressalta-se ainda que Arid & Barcha (1974) consideram as fontes diamantíferas secundárias a partir das formações cretácicas Bauru (SP) e Uberaba (MG), defendendo uma correlação entre as mesmas. Já Svisero *et al.* (1983) sugerem a existência de kimberlitos na região de Franca. Para Leite *et al.* (1984), ainda que admitindo os conglomerados Bauru como diamantíferos,

relacionou sua fonte primária a um evento anterior aos diamictitos da Formação Aquidauana ou ainda mais antigos (pré-cambrianos), e relacionou os diamantes aos metassedimentos do Grupo Araxá.

Perdoncini (2003) sugere que a procedência dos diamantes da região de Franca (Distrito Médio Rio Grande) esteja relacionada a partir de diferentes origens. As fontes secundárias do mineral foram relacionadas ao Grupo Bauru e à Formação Franca (Pleistoceno) e a principal área de suprimento estaria na faixa da Serra da Canastra. Chaves *et al.* (2008a) corroboram com tal argumentação. Ressalta-se ainda que esse modelo está de acordo com os principais estudos de proveniência dos sedimentos do Grupo Bauru a partir da região mencionada (Figura 86) e, mesmo aceitando a possibilidade de fontes distintas dos sedimentos Bauru/Franca, a existência de pelo menos uma população originada da região da Canastra coaduna com a inserção do Distrito do Médio Rio Grande na Província Diamantífera Serra da Canastra.

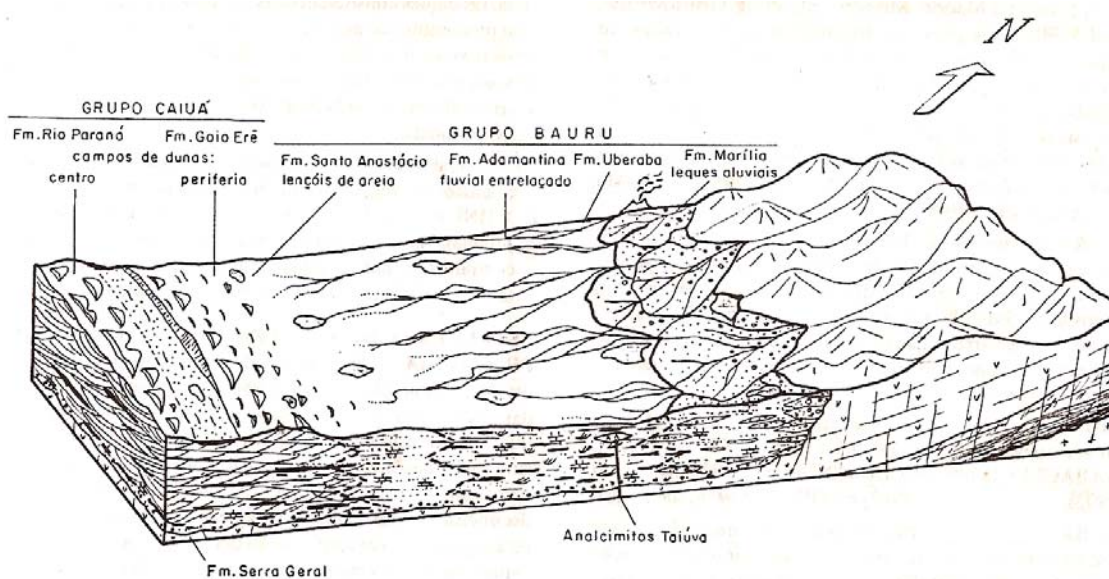


Figura 86: Modelo de sedimentação das unidades cretácicas no noroeste do Estado de São Paulo a partir da região da Serra da Canastra. Fonte: Fernandes & Coimbra (1992).

8 – CONCLUSÕES

O estudo abrangeu lotes de diamantes das quatro províncias diamantíferas mineiras, cuja coleta de dados foi realizada utilizando-se o método de *footprinting*. Os resultados obtidos, após o tratamento estatístico destes dados, permitem afirmar que é possível diferenciar-se lotes de diamantes com diferentes procedências, por meios ópticos, excluindo-se assim a necessidade de análises laboratoriais físicas e químicas, de maior complexidade e custos. Neste sentido, no que se refere à emissão do CPK, considera-se que análises complexas são inviáveis no processo de identificação da procedência de lotes de diamantes. Procedimentos que envolvam métodos laboratoriais requererem recursos e técnicas de elevados custos financeiros; se realizados para um lote comercial destinado à exportação, deve-se ressaltar ainda o tempo destinado a tais análises. Deve ser enfatizado que, quando um certificado é requerido para a exportação, há necessidade de que o processo para sua emissão seja o mais ágil possível, visando atender ao solicitante sem causar prejuízos tendo em vista possíveis variações de preços.

Com o tratamento estatístico dos dados coletados sobre os diamantes, permite-se que algumas considerações finais sejam assumidas. As populações de diamantes de cada uma das províncias analisadas, possuem suas “assinaturas mineralógicas” específicas, que podem ser assim sumariadas:

Na Província Serra do Espinhaço, tal população constitui-se de cristais de menor quilatagem, de cor incolor-amarelada. O hábito cristalino predominante é o rombododecaédrico, onde os cristais com defeitos ou grandes inclusões são de proporção muito pequena, os agregados cristalinos são raríssimos e predominam os cristais intactos. Essa população é constituída, em sua grande maioria, por diamantes de qualificação gemológica. Essas características mineralógicas, aliadas aos aspectos geológicos envolvidos, vem de encontro a hipóteses consideradas em outros estudos, que evidenciam uma provável fonte originária distante para os diamantes da região.

Por sua vez, na Província Alto Paranaíba (Distrito de Coromandel), ocorre o predomínio de cristais incolores a incolor-amarelados, com ocorrência de algumas cores *fancies*. O peso médio envolve maior quilatagem, o hábito cristalino mais comum é o rombododecaedro, porém ocorrem percentuais consideráveis de pedras irregulares, que apresentam dissolução, corrosão e quebras. É considerável uma elevada proporção de pedras comercialmente classificadas como *chips* e industriais. Essa população mostra-se muito

característica à de diamantes que passaram por um transporte curto, antes de terem sido depositados nos atuais sítios, indicando a possibilidade de existência de kimberlitos ou lamproítos férteis nas proximidades. Assim, considerando-se que ocorrem diversas intrusões desses corpos na região, é bastante admissível que esses cristais possam ter sua origem em fontes proximais. Tal hipótese é corroborada por estudos de vários outros autores.

A Província Noroeste São Francisco (Rio Abaeté), é caracterizada por uma população de diamantes que em vários aspectos se assemelha à da Província Alto Paranaíba. Entretanto, ela é muito mais heterogênea, abrangendo cristais de formas e tamanhos mais diversificados, além da presença de capas. De tal maneira, é provável que nesta província os diamantes sejam provenientes de mais de uma fonte alimentadora em termos de idades, uma primária e outra secundária mais antiga.

Na Província Serra da Canastra (Distrito do Alto São Francisco), ocorre o predomínio de cristais de baixa quilatagem, porém são em geral octaedros e incolores, o que os classifica como gemológicos e de alto valor comercial, apesar da existência de elevada proporção de pedras consideradas *chips* e industriais. Embora ocorra uma diferença nítida entre os diamantes entre os lotes das regiões do Alto Paranaíba e da Serra da Canastra, as características mineralógicas destes também evidenciam uma fonte proximal.

Deve-se considerar ainda, a grande quantidade de corpos kimberlíticos aflorantes nesta última região, alguns comprovados economicamente como passíveis de exploração (caso do Canastra-1). Contudo, a respeito conclui-se que há necessidade de estudos mais aprofundados por notar-se que esses diamantes foram até então pouco abordados em pesquisas acadêmicas. Sabe-se que vários corpos kimberlíticos foram pesquisados por companhias multinacionais, como a SOPEMI (De Beers), visando suas potencialidades econômicas para fins de exploração mineral. Entretanto pouco se conhece a respeito dos resultados, uma vez que são mantidos sob forte sigilo.

Além disso, deve-se ressaltar que:

- Os resultados obtidos sobre as características das populações de diamantes de Minas Gerais são passíveis de comparação com outros obtidos em estudos anteriores, realizados por diversos autores, utilizando métodos de análise distintos. A partir da integração desses resultados, também vem sendo possível chegar a um consenso a respeito das fontes originárias dos diamantes.

- De acordo com os resultados, pode-se concluir que o método de análise de correspondência foi eficaz no tratamento estatístico dos dados. Algumas das associações encontradas não foram as esperadas, o que reafirma a suposição de que a amostragem foi coletada de maneira aleatória dentro de cada região. Entretanto, tal aleatoriedade é muito importante, pois garante que a amostra seja representativa de toda a população. Para uma boa representatividade é essencial para que as análises produzam resultados concretos, uma vez que, caso a amostra fosse viciada, as conclusões a partir desta não seriam confiáveis e não poderiam ter embasamento estatístico.

- Os testes de comparação entre regiões de uma mesma província, mostrou forte semelhança entre as populações do Rio Douradinho com o Distrito de Coromandel (Província Alto Paranaíba), principalmente quando são analisadas as variáveis cor, dissolução e capas. As regiões da Província Serra do Espinhaço (Caçaratiba, Datas/Extração, Grão Mogol e Rio Jequitinhonha) mostraram grande similaridade quando as variáveis analisadas foram clivagem superimposta e capas. De maneira geral, todas as regiões da Província Serra do Espinhaço apresentaram alguma semelhança entre suas populações, exceto pelo Rio Jequitinhonha (que parece apresentar uma diferença maior das demais regiões, dentro da mesma província). Tal fato pode ser entendido por uma distribuição seletiva, ao longo da extensão da drenagem. Nota-se que diamantes recuperados do próprio rio, especificamente nos arredores de Caçaratiba, a qual está muito próxima do Distrito de Grão Mogol, em vários aspectos apresenta similaridade mais forte com a população deste distrito do que com o Distrito de Diamantina, onde ocorrem as cabeceiras do rio.

- O método proposto demonstrou apresentar eficiência em seu objetivo principal, o qual visou indicar que é possível obter-se uma “assinatura mineralógica” de populações de diamantes, e a partir dessa premissa, seja possível indicar sua procedência, uma exigência necessária para a emissão da Certificação de Kimberley. Métodos com tal finalidade vem sendo requisitados pela comissão do Fórum Brasileiro do Processo de Kimberley, como uma exigência de se conhecer os produtos para fins de comparação e melhor adequação aos seus propósitos.

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achão S. M. 1985. Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, Folha SE.23-Y-D Bom Despacho Escala 1:250.000 vol.1 – Convênio DNPM-CPRM, Belo Horizonte, 37p.
- Alkmim F.F., Brito-Neves B.B., Castro-Alves J.A. 1993. Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco: uma revisão. *In: Dominguez, J.M.L. & Misi, A. (eds). O Cráton do São Francisco*. Salvador: SBG - Núcleos Bahia-Sergipe, p.45-62.
- Almeida F.F.M. 1964. *Fundamentos geológicos do relevo paulista*. Instituto de Geografia de São Paulo. Série Teses e Monografias, 99 p.
- Almeida F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, **7**:349-364.
- Almeida F.F.M. 1986. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, **16**:325-349.
- Almeida F.F.M., Hasui Y., Davino A., Haralyi N.L.E. 1980. Informações geofísicas sobre o oeste mineiro e seu significado geotectônico. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **52**:49-60.
- Almeida-Abreu P.A. 1993. *A evolução geodinâmica da Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brasil*. Tese de Doutorado, Albert-Ludwigs Universität, Freiburg, 150p.
- Almeida-Abreu. 1995. O Supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais): o rifte, a bacia e o orógeno. *Geonomos*, **3**:1-18.
- Almeida-Abreu P.A. & Renger F.E. 2001. Origem dos diamantes na Serra do Espinhaço Meridional: o exemplo do Distrito Diamantífero de Sopa-Guinda (Diamantina-MG). *Revista Brasileira de Geociências*, **34**:511-520.
- Almeida-Abreu P.A., Fogaça A.C.C., Knauer L.G., Hartmann M.B., Pflug R. 1987. Revisão da estratigrafia e sedimentologia da Formação Sopa-Brumadinho na Serra do Espinhaço meridional – Minas Gerais. *In: SBG-MG, Simpósio sobre Sistemas Depositionais no Pré-Cambriano, Ouro Preto, Anais*, p. 69-83.
- Andrada e Silva J.B. 1792. Mémoire sur les diamants du Brésil. *Annales de Chimie et Physique*, **15**:82-88.
- Annual Global Summary: 2007. Disponível na Web em <https://mmsd.mms.nrscan.gc.ca/kimberleystats/publictabes/Globalsummary%-%202007>. Extraído em 24/07/2008.
- Annual Global Summary: 2008. Disponível na Web em <http://www.diamondne.ws/2009/08/02/2008-global-diamond-production-down-3-from-2007/>
- Araújo D.P. 2002. *Mineralogia dos diamantes da Província Kimberlítica de Juína, MT*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências. Universidade de Brasília, Brasília, 202p.
- Arid F.M. & Barcha S.F. 1974. Origem do diamante detrítico do Vale do Rio Grande. *In: SBG: Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Porto Alegre. Resumo das Comunicações*, p. 41-44.
- Babinski M. & Kaufman A.J. 2003. First direct dating of a Neoproterozoic post-glacial cap carbonate. *In: South American Symposium on Isotope Geology, 4, Salvador, Short Papers....*, v.1, p.321-323.

- Barbosa O. 1955. Guia das excursões. *In: SBG-SP. Congresso Brasileiro de Geologia, 9, Araxá. Noticiário 3, p.3-5.*
- Barbosa O. 1965. Geologia econômica e aplicada a uma parte do Planalto Central Brasileiro. *In: Congresso Brasileiro de Geologia, 19, Rio de Janeiro, Simpósio das Formações Eo-paleozóicas do Brasil, p.1-11.*
- Barbosa O. 1967. *Projeto Chaminés; geologia da região do Triângulo Mineiro*, Petrópolis, DNPM/PROSPEC, 116p.
- Barbosa O. 1991 *Diamante no Brasil – Histórico, Ocorrência, Prospecção e Lavra*. Brasília. CPRM, Boletim, 136p.
- Barbosa O., Braun, O.P.G., Dyer R.C., Cunha C.A.B.R. 1970. *Geologia da região do Triângulo Mineiro*. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, Boletim 136, 140 p.
- Barcelos J.H. 1989. Influência do soerguimento do Alto Paranaíba na sedimentação pós-basáltica na área do Triângulo Mineiro. *Geociências, 8:37-54.*
- Benitez L. 2004. *Caracterização geológica e química-mineralógica dos depósitos coluvionares diamantíferos da região de Diamantina, Serra do Espinhaço – Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 108 p.
- Benitez L. & Chaves M.L.S.C. 2003. Depósitos de *glacis* diamantíferos da região de Diamantina (MG): Sedimentologia e mineralogia. *In: SBG-MG, Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 12, Ouro Preto, CD-ROOM, p. 47.*
- Benitez L. & Chaves M.L.S.C. 2007. Província Diamantífera da Serra da Canastra (Minas Gerais). *In: SBG-MG, RJ, SP, Simpósio de Geologia do Sudeste, 10, Diamantina, Livro de Resumos...p. 138.*
- Benitez L.; Chaves M.L.S.C.; Tatum S.H. 2005. Datação por termoluminescência em quartzosos depósitos coluvionares diamantíferos (“gorgulhos”) da região de Diamantina (MG). *In: SBG-MG, Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante, 4, Diamantina, Boletim, 14, p. 15-18.*
- Benzécri J.P. 1960. *Correspondence analysis handbook*. Marcel Dekker, New York, 376 p.
- Bousquet E.L. 1935. *Exposição dos serviços executados na Mina da Boa Vista em Diamantina durante o ano de 1934*. Companhia Brasileira Diamantífera, Rio de Janeiro, 2p. (Relatório Inédito).
- Branco J.J.R. & Costa M.T. 1961. Roteiro da excursão Belo Horizonte – Brasília. *In: Congresso Brasileiro de Geologia, 14, Belo Horizonte, Publicação Instituto de Pesquisa Radioativas/UFMG, 5:1-25.*
- Branner J.C. 1919. Outlines of the geology of Brazil to accompany the geological map of Brazil. *Geological Society of America Bulletin, 30:189-338.*
- Braun O.P.G. 1970. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. *Revista Brasileira de Geografia, 32:3-39.*
- BRASIL 1967. Decreto-Lei nº 227, de 27/02/1967, Diário Oficial da União de 27/02/1967. Código de Mineração.
- BRASIL 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Diário Oficial da União nº 191-A de 05/10/1988.

BRASIL 2003. Lei nº 10.743, de 09 de outubro de 2003. Institui no Brasil o Sistema de Certificação do Processo de Kimberley – SCPK, relativo à exportação e importação de diamantes brutos, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 10 de outubro de 2003.

BRASIL 2007. Portaria nº 192, de 25 de maio de 2007. Regula a emissão do Certificado do Processo de Kimberley – CPK para exportação e anuência para importação de diamantes brutos, institui o Cadastro Nacional de Comércio de Diamantes Brutos, o Relatório de Transações sobre a Produção e Comercialização de Diamantes Brutos e dá outras providências. DNPM, pág. 00058 em 28/05/2007.

BRASIL 2008. Lei nº 11.685, de 2 de junho de 2008. Institui o Estatuto do Garimpeiro e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 03 de junho de 2008.

Bruni M.A.L., Almeida J.T., Bruni D.C. 1974. *Carta geológica do Brasil ao milionésimo, folha São Francisco (SC.23)*. DNPM, Brasília, 55p.

Burton R. 1869. *Explorations of the highlands of the Brazil with a full account of the gold and diamonds mines*. Tinsley Brothers, v.2, London, 443-478.

Campos J.E.G. & Gonzaga G.M. 2000. O transporte de diamantes por sistemas fluviais a longas distâncias: uma visão crítica. *Revista Brasileira de Geociências*, **29**:113-118.

Campos Neto M.C., Pedrosa-Soares A.C., Carneiro M., Alkmim F.F., Ebert, H. 2003. *Mapa Geológico de Minas Gerais, Escala 1:100.000*. Convênio COMIG/CPRM, Belo Horizonte.

Censier C. & Tourenq J. 1995. Crystal forms and surface textures of alluvial diamonds from the western region of the Central African Republic. *Minerallium Deposita*, **30**:314-322.

Chang H.K., Miranda F.P., Magalhães L., Alkmim F.F. 1998. Considerações sobre a evolução tectônica da Bacia do São Francisco. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 35, Belém, *Anais...*, v.5, p.2076-2090.

Chaves M.L.S.C. 1987. Novas contribuições à geologia da região de Diamantina (MG). *In: SBG-MG, Simpósio e Geologia de Minas Gerais*, 4, Belo Horizonte. *Anais...*p.72-87.

Chaves M.L.S.C. 1991. Sequências cretácicas e mineralizações diamantíferas no Brasil Central: considerações preliminares. *Geociências*, **10**:231-245.

Chaves M.L.S.C. 1995. *Geologia, estratigrafia e caracterização dos depósitos diamantíferos da região de Botumirim*. Belo Horizonte: PRPq/UFMG, Relatório final de pesquisa 114 p.

Chaves M.L.S.C. 1997. *Geologia e mineralogia do diamante na Serra do Espinhaço, Minas Gerais*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 289 p.

Chaves M.L.S.C. & Uhlein A. 1991. Depósitos diamantíferos da região do Alto/Médio rio Jequitinhonha, Minas Gerais. *In: Schobbenhaus, C.; Queiróz, E.T.; Coelho, C.E.S. (eds), Principais depósitos minerais do Brasil*, v.IV-A. DNPM/CPRM, Brasília, p.117-138.

Chaves M.L.S.C. & Bottino E.C.C. 2000. Evolução geológica multifásica dos depósitos diamantíferos da região de Jequitaiá (Minas Gerais). *Geociências*, **19**:197-207.

Chaves, M.L.S.C. & Svisero, D. P. 2000. Uma proposta para a classificação mineralógica de diamantes naturais. *Geociências*, **19**:21-33.

Chaves M.L.S.C. & Chambel L.M.C.F.R. 2003. *Diamante: a pedra, a gema, a lenda*. São Paulo, Oficina de Textos, 231 p.

- Chaves M.L.S.C. & Benitez L. 2004. Depósitos superficiais diamantíferos da região de Diamantina, Serra do Espinhaço (Minas Gerais). *Geociências*, **23**:31-42.
- Chaves M.L.S.C. & Benitez L. 2006. O “Certificado e Kimberley”: proposta para subsidiar sua implementação em bases científicas. *Geonomos*, **14**:37-44.
- Chaves M.L.S.C. & Benitez L. 2007a. Folha Jequitaiá – SE.23-X-CII, escala 1:100.000. *Nota Explicativa*. Minas Gerais: UFMG/CPRM. Versão CD-ROOM. 51 p.
- Chaves M.L.S.C. & Benitez, L. 2007b. Kimberlito Canastra-1 (São Roque de Minas, MG): primeira reserva diamantífera comprovada do país. In: SBG-MG, RJ, SP, Simpósio de Geologia do Sudeste, 10, Diamantina, *Livro de Resumos...*p. 129.
- Chaves M.L.S.C.; Uhlein A., Dossin I., Alvarenga C.J.S. 1985. *Projeto mapeamento geológico do Espinhaço Meridional*, Folha SE.23-Z-A-III-2SO. Convênio DNPM/CPRM/UFMG-Centro de Geologia Eschwege. Relatório final. 62 p.
- Chaves M.L.S.C., Dupont H., Karfunkel J., Svisero D.P. 1993. Depósitos diamantíferos de Minas Gerais: uma revisão. In: *Simpósio Sobre a Geologia do Diamante*, 1, Cuiabá, *Anais*, p.79-100.
- Chaves M.L.S.C., Karfunkel J., Wegner R. 1997. Diamantvorkommen von Grão Mogol: Geologische und gemologische Untersuchungen in Minas Gerais, Brasilien. *Geowissenschaften*, **15**:73-78.
- Chaves M.L.S.C., Karfunkel J., Addad J. 1999. Geologia da região diamantífera de Grão Mogol (Minas Gerais). *Geociências*, **8**:129-155.
- Chaves M.L.S.C., Karfunkel J., Hoppe A., Hoover D.B. 2001. Diamonds from the Espinhaço range (Minas Gerais, Brazil) and their redistribution through the geologic record. *Journal of South American Earth Sciences*, **14**:277-289.
- Chaves M.L.S.C., Benitez L., Medeiros A.B., Chambel L. 2003. As “cangas” diamantíferas de Datas (MG). In: SBG-MG, Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 12, Ouro Preto. *CD-ROOM*, p.51.
- Chaves M.L.S.C., Benitez L., Veiga B.N., Moreira L.A. 2005. Microdiamantes da bacia do rio Douradinho (Coromandel): morfologia primária e aspectos e dissolução. In: SBG-MG, Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante, 4, Diamantina, *Boletim*, 14, p.39-42.
- Chaves M.L.S.C., Benitez L., Andrade K. W. 2006. Morro da Pedra Rica, Grão Mogol, MG: primeira jazida minerada em rocha no mundo. In: Winge, M. Schobbenhaus, C., Berbet-Born, M.; Queiróz, E.T.; Campos, D. A.; Fernandes, A.C.S. (edits). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Publicado na Internet em 01/12/2006 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio130/sitio130.pdf>.
- Chaves M.L.S.C., Andrade K.W., Benitez L., Brandão P.R.G. 2008a. Província diamantífera da Serra da Canastra e o kimberlito Canastra-1: primeira fonte primária de diamantes economicamente viável do país. *Geociências*, **27**:299-317.
- Chaves M.L.S.C., Brandão P.R.G., Girodo A.C., Benitez L. 2008b. Kimberlito Canastra-1 (São Roque de Minas, MG): geologia, mineralogia e reservas diamantíferas. *Revista da Escola de Minas*, **61**:357-364.
- Chierigati L.A. 1989. *Aspectos mineralógicos, genéticos e econômicos das ocorrências diamantíferas da região nordeste do Paraná e sul de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, IG/USP, São Paulo, 180 p.

- Cookenboo H.O. 2005. Exploration for diamond-bearing kimberlite in the Brasilia Belt of Minas Gerais. *In: SBG-MG, Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante, 4, Diamantina, Boletim, 14, p.51-53.*
- Cookenboo H.O., Miranda J.V., Garcia M.D.M., Prates R.F. 2006. Regis Kimberlite – A diamond exploration case history. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 43, Aracajú, Anais..., p. 158.*
- Costa K.V., Penha U.C., Araújo M.C. 1997. Conglomerado cretáceo com potencial diamantífero na Serra da Água Fria (MG). *In: SBG:MG, Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 9, Ouro Preto, Anais..., p.132-133.*
- Cukrov N. 1999. *A glaciação neoproterozóica na porção sul do Cráton São Francisco e suas litofácies nas regiões de Jequitaiá-MG e Cristalina-GO.* Brasília, Dissertação de Mestrado, IG/UnB, 104p.
- Cukrov N., Alvarenga C.J.S., Uhlein A. 2005. Litofácies da glaciação neoproterozóica nas porções sul do Cráton do São Francisco: exemplos de Jequitaiá (MG) e Cristalina (GO). *Revista Brasileira de Geociências, 35:69-76.*
- Damour A. 1855. Novas investigações sobre as areias diamantíferas. *Bulletin da Societé Geologique de France, 13:542-554.*
- Dardenne M. A. 1978. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife. Anais..., v2, p. 597-610.*
- Dardenne M. A. 1981. Os grupos Paranoá e Bambuí na Faixa dobrada Brasília. *In: SBG, Simpósio sobre o Cráton São Francisco e suas Faixas Marginais, Salvador. Anais... p. 140-157.*
- Dardenne M.A., Faria A., Magalhães L.F., Soares L.A. 1978. O tilito da base do Grupo Bambuí na borda ocidental do Craton São Francisco. *Boletim Informativo do Núcleo Centro-Oeste SBG, 7-8, p. 85-97.*
- Dawson J.B. & Stephens W.E. 1975. Statistical analyses of garnets from kimberlites and associated xenoliths. *Jour. Geol., 83, p. 589-607.*
- Derby O.A. 1878. Observações sobre algumas rochas diamantíferas da Província de Minas Gerais. *Archivos do Museu Nacional, 4:121-132.*
- Derby O.A. 1882. Modes of occurrence of the diamond in Brazil. *Amer. Jour. Sci., 24:34-42.*
- Derby O.A. 1906. The Serra do Espinhaço, Brazil. *Journal of Geology, 14:314-401.*
- Dossin I.A., Uhlein A., Dossin, T.M. 1984. Geologia da Faixa Móvel Espinhaço em sua porção meridional, MG. *In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro. Anais... v.2, p.3118-3132.*
- Dossin I.A., Chaves M.L.S.C., Uhlein A., Alvarenga C.J.S. 1985. Geologia e depósitos diamantíferos da região de Sopa, Diamantina – MG. *In: SBG-MG, Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 3, Belo Horizonte, Anais, p. 276-290.*
- Dossin I.A., Dossin T.M., Chaves M.L.S.C. 1990. Compartimentação estratigráfica do Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais – Os grupos Diamantina e Conselheiro Mata. *Revista Brasileira de Geociências, 20:178-186.*
- Dupont H. 1991. Jazida aluvionar de diamante do rio Jequitinhonha em Minas Gerais. *In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E.T.; Coelho, C.E.S. (eds.). Principais Depósitos Mineraiis do Brasil, v. IV-A. DNPM/CPRM, Brasília. p.139-154.*

- Dussin T.M. 1994. *Associations volcano-plutoniques de l'Espinhaço Meridional (SE-Bresil)*. These de docteurment, Universite d'Órleans, Orleans, 177p.
- Eschwege W.L. Von. 1833. *Pluto Brasiliensis*. Reimer, Berlim, 622p. (Tradução de D.F.Murta, Itatiaia/Edusp, Belo Horizonte)
- Etchebehere M.L., Ponçano W.L., Silva R.B. 1991. Garimpos de diamantes da região de Franca, SP. *Revista IG-USP*, **12**:67-77.
- Fernandes L.A. & Coimbra A.M. 1992. A cobertura cretácica suprabasáltica no Estado do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá. *In*: SBG-SP: Congresso Brasileiro de Geologia, 37, São Paulo, *Anais*, v2, p 06-58.
- Ferrari P.G. 1981. Sequência vulcânica-turbidítica de margem continental, bordo ocidental da Plataforma do São Francisco. *In*: SBG, Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, 1, Goiânia. *Anais*, p.702-715.
- Fersman A. & Goldschmidt V. 1911. *Der Diamant*. Carl Winters, Heidelberg, 274p.
- Filemon K.E. 2005. *Caracterização dos diamantes da Província Kimberlítica de Juína (MT) e distritos diamantíferos de Espigão d'Oeste (RO), Cacoal (RO) e Diamantina (MG)*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 195 p.
- Fleisher R. 1991. *The Domingas diamond project*. Mineração Rio Novo, Diamantina, 9 p. (Internal Report).
- Freyberg B.V. 1932. Ergebnisse geologischer Forschungen in Minas Geraes (Brasilien). *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, Sonderband II, 1-453.
- Freyberg B.V. 1934. *Die Bodenschätze des states Minas Geraes (Brasilien)*. E. Schwizerbar'sche, Stuttgart, 453p.
- Fundação João Pinheiro. 2002. *Garimpos de Coromandel: diagnósticos e perspectivas*. Belo Horizonte, 142 p. Relatório Interno.
- Furtado J.F. 2008. *O livro da capa verde: o regimento diamantino de 1771 e a vida no distrito diamantino no período da Real Extração*. São Paulo, 2ª ed., Annablume, 247p.
- Garcia A.J.V. & Uhlein A. 1987. Sistemas deposicionais do Supergrupo Espinhaço na região de Diamantina (MG). *In*: SBG-MG, Simpósio sobre Sistemas Depositionais no Pré-Cambriano, Ouro Preto, *Anais*, p. 113-135.
- Gonçalves, E. 1981. *Relatório de pesquisa, local Cavalão Morto, distrito de Extração, Município e Comarca de Diamantina, MG*. Companhia Mina da Boa Vista, Diamantina, 22p. (Relatório Inédito)
- Gonçalves E. & Algarte J.P. 1988. Programa de desenvolvimento da indústria diamantária da região nordeste do Estado de São Paulo – reservas, produção, comércio, indústria de lapidação e capacitação tecnológica. Secretaria da Ciência e Tecnologia, São Paulo, 11 p. (Relatório Interno).
- Gonzaga G.M. 2005. Glaciações do Neoproterozóico e reciclagem de diamantes, carbonados e safiras em Minas Gerais. *In*: SBG-MG, Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante, 4, Diamantina, *Boletim* 14, p.69-72.
- Gonzaga G.M.; Teixeira, N.A.; Gaspar, J.C. 1994. The origin of diamonds in western Minas Gerais, Brazil. *Mineralium Deposita*, **29**:414-421.

- Gorceix H. 1881. Sur les gites diamantifères du centre de la Province de Minas Gerais (Bresil). *Bull. Soc. Geol. France*, **3**:134-135.
- Gorceix H. 1902. Diamonds in Brazil. *Brazilian Mining Review*, **1**:13-14,
- Grossi Sad J.H., Cardoso R.N., Costa M.T. 1971. Formações cretácicas em Minas Gerais: uma revisão. *Revista Brasileira de Geociências*, **1**:2-13.
- Hall A.El. & Smith C.B. 1984. Lamproíte diamonds – are they different? In: Glover, J.E. & Harris, P.G., eds., *Kimberlites occurrences and origins*. University of Western Austrália, Geology Department Publication, **8**:167-212.
- Haralyi N.L.E. & Svisero D.P. 1986. Geologia e análise estatística do diamante na Mina da Boa Vista, Diamantina-MG. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 43, Goiânia, *Anais ... vol.6*, p.2297-2311.
- Harguer H.S. 1921. *Geological and mining reporto on the Boa Vista diamond mine, Minas Gerais, Brazil*. Companhia Brasileira Diamantífera, Rio de Janeiro, 21p. (Internal Report)
- Harris J.H., Hawthorne J.B., Osterveld M.M., Mehmeyer E. 1975. A classification scheme for diamond and a comparative study of south african characteristics *physics and Chemistry of the Earth*, **9**: 765-783.
- Harris J.H., Hawthorne J.B., Osterveld M.M. 1979. Regional and local variations in the characteristics of diamonds from some southern african kimberlites. In: Boyd, F.R. & Meyer, H.O.A., (eds.), *Kimberlites, diatremes and diamonds: their geology, petrology, and geochemistry*. American Geophysical Union, Washington, p. 27-41.
- Hasui Y. & Cordani U.G. 1968. Idades potássio-argônio de rochas eruptivas mesozóicas do oeste mineiro e sul de Goiás. In: SBG-MG, *Congresso Brasileiro de Geologia*, 22, Belo Horizonte, *Anais*, p.139-143.
- Hasui Y. 1967. *Geologia das formações cretáceas do oeste de Minas Gerais*. Tese de Doutorado, Escola Politécnica/USP, São Paulo, 88 p.
- Hasui Y. & Penalva F. 1970. O problema do diamante do Alto Paranaíba, Minas Gerais. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia* **19**:71-78.
- Hasui Y., Sadowski G.R., Suguio K., Fuck G.F. 1975. The phanerozoic tectonic evolution of western Minas Gerais State. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **47**:431-438.
- Heineck C.A. 1983. *Prospecto Trona na Formação Areado*. Relatório interno CPRM, Belo Horizonte.
- Heineck C.A., Leite C.A.S., Silva M.A., Vieira V.S. 2003. *Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, Escala 1:1.000.000*. Convênio COMIG/CPRM-SGB, Belo Horizonte, 1 folha.
- Helmreichen V.V. 1846. *Über das Geognostisch Vorkommen der Diamanten und ihre Gewinnungsmethoden auf der Serra do Grão Mogor*. Braunmüller & Seidel, Wien, 74p.
- Hettich M. 1977. A glaciação proterozóica no centro-norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geociências*, **7**:87-101.
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. 1990. *Programa de desenvolvimento da indústria diamantífera do Estado de São Paulo; Primeira fase: diagnóstico preliminar*. São Paulo (IPT, Relatório 28.611).
- Isotta C.A.L., Rocha-Campos A.C. Yoshida R. 1969. Striated pavement of the Upper Pre-Cambrian glaciation in Brazil. *Nature*, **222**:466-468.

- Juhász P.M.B. & Brandão J.F. 1982. Os regimes jurídicos de aproveitamento mineral no Brasil. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 32, Salvador. *Anais...v.3*, p.1208-1224.
- Kaminskiy F.V., Zakharchenko O.D., Khachatryan G.K., Shiryaev A.A. 2001. Diamonds from the Coromandel Área, Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, **31**:583-596.
- Karfunkel B. & Karfunkel J. 1976-a. Geologia da Serra do Espinhaço no norte de Minas Gerais (Itacambira - Botumirim). *In: SBG-MG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 29, Ouro Preto. *Anais... v.2*, p.169-178.
- Karfunkel B. & Karfunkel J. 1976-b. Estudos petro-faciológicos do Grupo Macaúbas na porção mediana da Serra do Espinhaço - MG. *In: SBG-MG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 29, Ouro Preto. *Anais... v.2*, p.179-188.
- Karfunkel J. & Karfunkel B. 1977. Fazielle Entwicklung der mittleren Espinhaço-Zone mit besonderer Berücksichtigung des Tillit-Problems (Minas Gerais, Brasilien). *Geologisches Jahrbuch, Beihefte*, v. **24**, p.3-91.
- Karfunkel J. & Chaves M.L.S.C. 1995. Conglomerados cretácicos da Serra do Cabral, Minas Gerais: um modelo para a redistribuição colúvio-aluvionar dos diamantes do Médio São Francisco. *Geociências*, **14**:59-72.
- Karfunkel J. & Hoppe A. 1988. Late proterozoic glaciation in central-east Brazil: synthesis and model. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **65**:1-21
- Karfunkel J., Chaves M.L.S.C., Svisero D.P., Meyer H.O.A. 1994. Diamonds from Minas Gerais, Brazil: an update on sources, origin and production. *Internat. Geol. Rev.*, **36**:1019-1032.
- Karfunkel J., Chaves M.L.S.C., Banko A.G., Hoover D.B. 1998. Coluvial diamonds and quartz deposits from the Espinhaço Range (MG): genesis and economic importance. *In: SBG-MG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 40, Belo Horizonte, *Anais*, p. 272.
- King L.C. 1956. *A geomorfologia do Brasil Oriental*. *Revista Brasileira de Geografia*, **18**:147-265.
- Kirkley M.B., Gurney J.J., Levinson A.A. 1991. Age, origin, and emplacement of diamonds: scientific advances in the last decade. *Gems & Gemology*, **27**:2-25.
- Kun N. 1963. The mineralogenetic provinces of África. *Economic Geology*, **58**:774-790.
- Ladeira E.A. & Brito O.E.A. 1968. Contribuição à geologia do Planalto da Mata da Corda. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 22, Belo Horizonte, *Anais...*, p.181-199.
- Ladeira E. A., Saad J.H.G., Braun O.P.G. 1971. O Cretáceo em Minas Gerais. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 25. São Paulo. *Anais....*, p.15-31.
- Lamego A.R. 1935. Contribuição à geologia do valle do Rio Grande, Minas Geraes. *Boletim do Serviço geológico e Mineralógico*, **70**:1-29.
- Lapin A.V., Tolstov A.V., Iwanuch W. 2005. Kimberlitos e kamafugitos da Província Ígnea do Alto Paranaíba no contexto da sistemática de classificação dos kimberlitos e rochas congêneres. *In: SBG-MG, Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante*, 4, Diamantina, *Boletim*, 14, p.88-92.
- Leite C.R., 1969. Mineralogia e cristalografia do diamante do Triângulo Mineiro. Tese de Doutorado, FFCL/USP, São Paulo, 102 p.

- Leite C.R., Brandt Neto M., Correia C.T., Coimbra A.M., Souza A. 1984. Diamantes da região de Franca: novas considerações sobre áreas fontes. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 23, Rio de Janeiro, *Anais*, p.3886-3895.
- Liccardo A. & Svisero D.P. 2005. Os grandes diamantes da região de Coromandel (MG) e seu significado geológico. *In: SBG-MG, Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante*, 4, Diamantina, *Boletim*, 14, p.93-96.
- Machado N., Schrank A., Abreu F.R., Knquer L.G., Almeida-Abreu P. A. 1989. Resultado preliminares da geocronologia U/Pb na Serra do Espinhaço Meridional. *In: SBG-MG, Simpósio de Geologia de Minas Gerais*, 5, Belo Horizonte. *Anais...*p.171-174.
- Magalhães M. N. & Lima A. C. P. 2002. Noções de Probabilidade e Estatística. São Paulo, Edusp, p.125-164.
- Marini O.J., Fuck R.A., Danni J.C.M., Dardenne M.A., Logueiro S.D.C., Ramalho R. 1984. As faixas de dobramentos Brasília, Uruaçu e Paraguai – Araguaia e o maciço meridiano de Goiás. *In: Shobbenhaus, C. (orgs.) Geologia do Brasil*; texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais. Mapas escala 1:2.500.000. Brasília, DNPM. p. 252-303.
- Marshak S. & Alkmin F.F. 1989. Proterozoic contraction/extension tectonics of the Southern São Francisco region, Minas Gerais, Brazil. *Tectonics*, **3**:555-571.
- Martins M.S. 2006. *Geologia dos diamantes e carbonados da bacia do rio Macaúbas (MG)*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 224p.
- Martins Neto M.A. 1989. *Sistemas deposicionais e paleogeografia das formações basais do Supergrupo Espinhaço (São João da Chapada e Sopa-Brumadinho) na região de Diamantina/Costa Sena, Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, universidade Federal da Bahia, Salvador, 88 p.
- Martins Neto M.A. 1993. *The sedimentary evolution of a proterozoic rift basin: the basal Espinhaço Supergroup, Southern Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brazil*. Tese de Doutorado, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, 155 p.
- Martins Neto M.A., Gomes N.S., Hercos C.M., Reis, L.A. 1999. Fácies glaciocontinentais (outwash plain) na megassequência Macaúbas (Serra da Água Fria, MG) e seu contexto tectônico. *Revista Brasileira de Geociências*, **29**:179-188.
- Martonne E. 1940. Problèmes morphologiques du Brésil tropical atlantique. *Annales de Géographie*, 49 (277):1-27, (278-279):106-129.
- McCallum M.E., Mabarak C.D., Coopersmith. 1979. Diamonds from kimberlites in the Colorado-Wyoming State Line District. *In: Boyd, F.R. & Meyer, H.O.A., (eds.), Kimberlites, diatremes and diamonds: their geology, petrology, and geochemistry*. American Geophysical Union, Washington, p. 27-41.
- McCallum M.E., Huntley P.M., Fak R.W., Otter M.L. 1991. Morphological, resorption and etch feature trends of diamonds from kimberlite populations within the Colorado Wyoming State Line District, USA. *In: Proceedings da IV Intern. Kimb. Conf.* (eds. H.O.A. Meyer & O.H. Leonardos). V.2 – Diamonds: Characterization, genesis, and exploration. Araxá, Brasil, p. 32-50.
- McCarthy J.R. 1943. Lavra de diamante na Mina da Serrinha, Diamantina – Minas Gerais. *Mineração e Metalurgia*, **36**:293-294.

- Meyer H.O.A., Milledge H.J., Sutherland F.L., Kennewell P. 1997. Unusual diamonds and unique inclusions from New South Wales, Australia. *Russian Geology and Geophisic.* **38**:305-331.
- Menezes Filho N. R. & Mattos G.M.M. 1977. *Projeto Três Marias; relatório final. Mapas geológicos 1.250.000.* Relatório inédito DNPM/CPRM. Belo Horizonte.
- Mingoti S.A. 2005. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada.* Belo Horizonte, Editora UFMG, 295 p.
- Mitchell R.H.1986. *Kimberlites – Mineralogy, Geochemistry, and Petrology.* New York Plenum Press, 442p.
- Mitchell R.H., Bergman S.C. 1991. *Petrology of Lamproites.* New York, Plenum Press, 447p.
- Moore M. & Lang A.R. 1974. On the origin of the rounded rhombic dodecahedral habit of natural diamond. *Journal of Crystallography Growth*, **26**:133-139.
- Moraes L.J. 1929. *Geologia da região diamantina, Estado de Minas Gerais.* Relatório Anual do Serviço Geológico e Mineralógico, 1928, Rio de Janeiro, p.29-34.
- Moraes L.J. 1932. Área ocupada pela Formação Macaúbas no norte de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **4**:111-114.
- Moraes L.J. 1934. Depósitos diamantíferos no norte do Estado de Minas Gerais. DNPM/SFPM, *Boletim*, n.3, Rio de Janeiro, 61 p.
- Moraes L.J. de & Guimarães D. 1930. Geologia da região diamantífera do norte de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **2**:153-186.
- Moraes L.J.; Barbosa, O.; Lisboa, J.M.A.; Lacourt, F.; Guimarães, D. 1937. Geologia econômica do norte de Minas Gerais. DNPM/SFPM, *Boletim*, n.19, Rio de Janeiro, 191p.
- Moses T.M., Reinitz I.M., Johnson M.L., King J.M., Shigley J.E. 1997. A contribution to undestanding the effect of blue fluorescence on the appearence of diamonds. *Gems & Geomology*, **33**:244-259.
- Nahass S., Pinheiro J.C.F., César A.A.M. 2009. *Relatório de Missão Internacional: reunião intersessional do Sistema de Certificação do Processo de Kimberley, Windhoek – Namíbia.* Brasília, 24p. Inédito.
- Nishimura M.Y., Tannus M.B., Araújo A.G. 1984. Síntese dos recursos minerais da bacia do Alto São Francisco, Minas Gerais. In: SBG, *Congresso Brasileiro de Geologia*, 33, Rio de Janeiro, *Anais*, v.8, p.3562-3575.
- Oliveira A.I. & Leonardos O.H. 1943. *Geologia do Brasil.* Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 613p.
- Oliveira Filho. 1990. Relatório Final de Pesquisa Mineral, Datas de Cima e Lavra dos Ingleses. PRMINER, São Paulo, 34p. (inédito)
- Oliveira,M.J.R., Roque N.C., Mourão M.A.A., Noce C.M., Gossi Sad J.H. 1996. *Mapa geológico da folha Grão Mogol, Minas Gerais, Brasil.* Belo Horizonte: Convênio UFMG/COMIG.
- Orlov Y.L. 1973. *Mineralogy of the diamond.* New York, John Wiley & Sons, 235 p.
- Patel A.R. & Agarwal M.K. 1965. Microstructures on Panna diamonds surfaces. *American Mineralogist*, **50**:124-131.
- Paula J.A. 2000. *Raízes da modernidade em Minas Gerais.* Belo Horizonte, Autêntica. 154 p.

- Pedrosa-Soares A.C., Cordani A.G., Nutman A. 2000. Constraining the age of Neoproterozoic glaciation in eastern Brazil: first U-Pb (SHRIMP) data of detrital zircons. *Revista Brasileira de Geociências*, **30**: 58-61.
- Penha U.C., Karfunkel J., Magalhães P.C.V., Costa K.V., Voll E., Gonzaga G.M., Sabóia L.A., Hartmann M.B., Nassif M.A., Chaves M.L.S.C., Reinhardt M.C., Campos J.E.G. 2000. Diamante em Minas Gerais: o Projeto SIGIM-Diamante/98 e síntese geológico-exploratória. *Geociências*, **19**:175-195.
- Perdoncini L.C. 2003. Evolução tectono sedimentar mesozóico-cenozóica da região de Franca. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 182 p.
- Petrascheck W.E. 1965. Typical features of metallogenic provinces. *Economic Geology*, **60**:1620-1634.
- Pflug R. 1965. *A geologia da parte meridional da Serra do Espinhaço e zonas adjacentes, Minas Gerais*. Rio de Janeiro. DNPM/DGM, Boletim, 226, 55 p.
- Pflug R. 1968. *Observações sobre a estratigrafia da Série Minas na região de Diamantina, Minas Gerais*. Rio de Janeiro. DNPM/DGM. Notas Preliminares e Estudos, 142, 20p.
- Pflug R. & Renger F. 1973. Estratigrafia e evolução geológica da margem SE do Cráton sanfranciscano. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 27, Aracaju. *Anais...v.2*, p. 5-19.
- Porto Filho F.J.S. 2007. *Certificado do Processo de Kimberley; as imposições do Conselho de Segurança das Nações Unidas; a ineficiência do procedimento administrativo brasileiro e suas conseqüências práticas; enfraquecimento da nação, das empresas privadas no mercado mundial e a opressão ao trabalhador artesanal*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Humanas, Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 214 p.
- Prado Jr C. 1986. *A formação do Brasil contemporâneo*. , São Paulo, 19ª ed., Brasiliense, 390 p.
- Reis E. 1959. Os grandes diamantes brasileiros. *Boletim DNPM/DGM*, 191:1-66.
- Rimann E.T. 1917. A kimberlita no Brasil. *Anais da Escola de Minas de Ouro Preto*, **15**:27-32.
- Robinson D.E., Scott J.A., Van Niekerk A., Anderson V.G. 1989. The sequence of events reflected in the diamonds of some Southern African Kimberlites. *Geol. Soc. Austrália. Sp. Publ.*, **14**(2), p. 990-1000.
- Saint-Hilaire A. 1833. *Voyage dans le District des Diamants et sur le litoral du Brésil*. Paris (Tradução de L.A.Penha, Itatiaia/EDUSP, Belo Horizonte), 233 p.
- SAMSUL - MINERAÇÃO DO SUL LTDA. 2007. *Memorial explicativo do empreendimento de exploração de reservas diamantíferas Canastra 1, São Roque de Minas – MG*. Belo Horizonte, Relatório sobre Proc. DNPM 831.719/90, 27p.
- Santos J.F. 1978. *Memórias do Distrito Diamantino*. Petrópolis, 5 ed., Vozes, 406 p.
- Santos R.V., Alvarenga C.J.S., Dardenne M.A., Sial A.N. Ferreira V.P. 2000. Carbon and oxygen isotope profiles across Meso-Neoproterozoic limestones from Central Brazil: Bambuí and Paranoá groups. *Precambrian Research*, **104**:107-122.
- Sapucaia Jr. M. 1986. *Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, Folha SE.23-V-D João Pinheiro Escala 1:250.000 vol.1 – Convênio DNPM-CPRM*, Belo Horizonte, 35p.

- Schöll W.U. & Fogaça, A.C.C. 1979. Estratigrafia da Serra do Espinhaço na região de Diamantina (MG). *In: SBG-MG, Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 1, Diamantina, Atas, p. 55-73.*
- Sgarbi G.N. 2000. The Cretaceous Sanfranciscan Basin, eastern plateau of Brazil. *Revista Brasileira de Geociências, 30:450-452.*
- Sgarbi G.N., Sgarbi P.B.A., Campos J.E.G., Dardenne M.A., Penha V.C. 2001. Bacia Sanfranciscana: registro fanerozóico da Bacia do São Francisco. *In: Pinto, C.P. & Martins-Neto, M.A. Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais. SBG-MG, Belo Horizonte, p. 93-138.*
- Siga Jr. O. 1980. *A evolução geotectônica da porção nordeste de Minas Gerais, com base e interpretações geocronológicas.* Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 140 p.
- Silva R.R. 1995. *Sequence stratigraphy and depositional systems of the lower Espinhaço Supergroup, in the area between Diamantina and Gouveia, Minas Gerais, Brazil.* Tese de Doutorado, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, 145 p.
- Souza A.J.A. 1942. Regimes legais a que tem estado submetida a exploração dos diamantes. *Mineração e Metalurgia, 35:207-212.*
- Souza M.E. 1999. *Aconteceu no Serro.* Belo Horizonte, BDMG Cultural, 311p.
- Souza W.P.A. 2005. *As primeiras linhas de direito econômico.* São Paulo, LTr, 603 p.
- Sutherland D.G. 1982. The transport and sorting of diamonds by fluvial and marine processes. *Economic Geology, 77:1613-1620.*
- Svisero D.P. 1971. *Mineralogia do diamante na região do Alto Araguaia, MT.* Tese de Doutorado, IGA/USP, São Paulo. 137 p.
- Svisero D.P. & Haralyi N.L.E. 1985. Caracterização do diamante da mina de Romaria, Minas Gerais. *In: SBG- MG, Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 3 Belo Horizonte. Anais...p.140-153.*
- Svisero D.P. & Basei M.A.S. 2005. Novas evidências de uma origem proximal para o diamante da região de Coromandel, Minas Gerais. 2005. *In: SBG-MG, Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante, 4, Diamantina, Boletim, 14, p.39-42.*
- Svisero D.P., Meyer H.O.A., Tsai H-M. 1977. Kimberlite minerals from Vargem (Minas Gerais) and Redondão (Piauí) diatremes, Brazil; and garnet lherzolite xenolith from Redondão diatrema. *Revista Brasileira de Geociências, 7, p. 1-13.*
- Svisero D.P., Hasui Y., Drumond D. 1979. Geologia de kimberlitos do Alto Paranaíba, Minas Gerais. *Mineração Metalurgia, 406:34-38.*
- Svisero D.P., Haralyi N.L.E., Hasui, Y., Algarte, J.P. 1983. Aspectos Geológicos e estruturais das ocorrências diamantíferas da região de Franca. *In: SBG-SP: Simpósio Regional de Geologia, 4, São Paulo, Resumos, p.4.*
- Svisero D.P., Meyer H.O.A, Haralyi N.L.E., Hasui Y. 1984. A note on the geology of some brazilian kimberlites. *Journal of Geology, 92:331-338.*
- Svisero D.P., Haralyi N.L.E., Cretelli C.A. 1986. Geologia dos kimberlitos Vargem 1 e Vargem 2, Coromandel, Minas Gerais. *In: Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Goiânia, Anais, v.4, p.1671-1685.*

- Thomaz Filho A., Kawashita K., Cordani U.G. 1998. A origem do Grupo Bambuí no contexto da evolução geotectônica e de idades radiométricas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **70**:527-548.
- Tompkins L.A. & Gonzaga G.M. 1989. Diamond in Brazil and a proposed model for the origin and the distribution of diamonds in the Coromandel region, Minas Gerais, Brazil. *Econ. Geol.*, **84**:591-602.
- Tuller M.E. & Silva P.C.S. 2003. *Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. Folha Bom Despacho (1:250.000)*. Convênio COMIG/CPRM. Belo Horizonte.
- Uhlein A. 1991. *Transição cráton-faixa dobrada: um exemplo do Cráton do São Francisco e da Faixa Araçuaí (Ciclo Brasileiro) no Estado de Minas Gerais, Aspectos estratigráficos e estruturais*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 295 p.
- Uhlein A., Trompette R., Alvarenga C.J.S. 1999. Neoproterozoic glacial and gravitational sedimentation on a continental rifted margin: the Jequitá-Macaúbas sequence (Minas Gerais, Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, **12**:435-451.
- Vance E.R., Harris J.W., Milledge H.J. 1973. Possible origins of α -damage in diamonds from kimberlite and alluvial sources. *Mineralogical Magazine*, **39**:349-360.
- Vianna H.A. 1957. Economia mineira no século XVIII. In: Primeiro Seminário de Estudos Mineiros. Belo Horizonte: UFMG, 32-68.
- Vieira V. S. & Heineck C.A. 1983. *Prospecto diamante no rio do Sono*. Relatório interno da CPRM, Belo Horizonte.
- Walde D. 1978. Desenvolvimento faciológico do Pré-cambriano entre a Serra Mineira e a Serra do Cabral (região sudoeste da Serra do Espinhaço, Minas Gerais). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife, *Anais...*, v.2, p.711-725.
- Walde D., Karfunkel J., Karfunkel B. 1978. O Grupo Macaúbas em Minas Gerais: estratigrafia, gênese e correlações. *Boletim Informativo SBG/Núcleo Centro-Oeste*, 7-8:98-112.
- Williams A.F. 1932. *The genesis of the diamond*. London, Ernest Benn, 365p.
- Zanardo A. 1992. *Análise petrográfica, estratigráfica e microestrutural da região de Guaxupé-Passos-Delfinópolis (MG)*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 158 p.
- Zemella M.P. 1990. *O abastecimento da Capitania das Minas Gerais no século XVIII*. São Paulo, 2ª ed., Hucitec: Edusp, 247p.

ANEXOS

Annual Global Summary: 2007 Production, Imports, Exports and KPC Counts

Summary Report

Country Name	Production			Import			Export			KPC Counts	
	Volume, cts	Value, US\$	US\$ / cts	Volume, cts	Value, US\$	US\$ / cts	Volume, cts	Value, US\$	US\$ / cts	Import	Export
Angola	9,701,708.71	\$1,271,955,353.15	\$131.11				8,520,485.75	\$1,129,774,806.55	\$132.60		174
Armenia				255,005.14	\$92,284,080.70	\$361.89	17,258.17	\$3,602,730.47	\$208.76	249	31
Australia	18,538,645.31	\$364,629,604.10	\$19.67	443,606.37	\$11,796,179.34	\$26.59	19,862,137.62	\$463,998,613.41	\$23.36	118	174
Bangladesh				2,097.84	\$237,532.09	\$113.23				4	
Belarus				88,100.51	\$25,535,390.88	\$289.84	2,861.25	\$26,993.57	\$9.43	35	3
Botswana	33,638,000.00	\$2,960,144,000.00	\$88.00	222,860.50	\$119,446,442.21	\$535.97	34,962,965.98	\$3,170,056,591.20	\$90.67	225	67
Brazil	256,964.00	\$25,807,516.00	\$100.43	6,606.65	\$201,628.45	\$30.52	168,070.79	\$18,017,143.17	\$107.20	10	54
Canada	17,007,850.00	\$1,657,014,734.47	\$97.43	1,034,728.60	\$128,007,497.57	\$123.71	17,444,702.83	\$1,693,808,096.90	\$97.10	320	298
Central African Republic	467,710.53	\$59,857,870.53	\$127.98				417,710.53	\$59,857,870.53	\$143.30	17	107
China, People's Republic of	61,373.33	\$1,110,000.00	\$18.09	26,625,366.82	\$2,230,128,415.04	\$83.76	15,886,844.33	\$896,979,020.82	\$56.46	3,389	1,764
Congo, Democratic Republic of	28,452,496.25	\$364,783,294.22	\$12.82				28,331,376.35	\$609,833,223.00	\$21.53		1,360
Croatia				527.56	\$15,717.33	\$29.79				3	
European Community				186,660,168.95	\$14,426,509,817.74	\$77.29	184,435,162.57	\$15,362,553,354.67	\$83.30	10,140	33,246
Ghana	894,783.20	\$23,202,421.73	\$25.93				865,612.78	\$27,863,557.48	\$32.19		134
Guinea	1,018,722.90	\$46,101,145.27	\$45.25	108,761.62	\$2,316,683.39	\$21.30	1,009,732.96	\$50,197,581.82	\$49.71	8	154
Guyana	289,108.00	\$34,399,461.00	\$118.98				290,409.25	\$35,967,068.92	\$123.85		72
India				173,769,293.61	\$9,664,344,752.49	\$55.62	30,555,340.94	\$601,053,027.52	\$19.67	22,975	2,207
Indonesia	17,812.15	\$4,691,284.50	\$263.38				17,812.15	\$4,691,284.50	\$263.38		5
Israel				23,901,390.12	\$5,858,193,455.77	\$245.10	23,580,428.67	\$4,135,209,707.34	\$175.37	10,917	6,717
Japan				363,699.49	\$42,969,903.45	\$118.15	136,032.32	\$33,572,647.85	\$246.80	524	313
Korea, Republic of				144,179.51	\$4,251,877.84	\$29.49	14,529.55	\$1,683,772.93	\$115.89	210	45
Laos				120,561.51	\$13,945,277.56	\$115.67	7,998.50	\$577,879.79	\$72.25	57	30
Lebanon				1,708,022.58	\$45,820,070.84	\$26.83	1,429,411.94	\$45,463,266.77	\$31.81	55	34
Lesotho	454,014.21	\$328,146,968.64	\$722.77				224,936.88	\$164,073,484.32	\$729.42		22
Liberia	21,699.74	\$2,657,541.58	\$122.47				21,699.74	\$2,657,541.58	\$122.47		16
Malaysia				0.55	\$402.00	\$730.91				1	
Mauritius				70,953.50	\$30,339,839.82	\$427.60	4,490.29	\$1,021,078.37	\$227.40	129	44
Namibia	2,266,099.53	\$715,434,111.10	\$315.71	148,028.51	\$108,178,510.88	\$730.80	2,266,463.84	\$748,052,673.92	\$330.05	94	60
New Zealand				60.49	\$665.96	\$11.01				1	
Norway							1.85	\$440.00	\$237.84		2
Russian Federation	38,291,200.00	\$2,625,100,500.00	\$68.56	202,018.11	\$20,229,218.37	\$100.14	28,874,732.81	\$2,022,499,682.82	\$70.04	38	1,695
Sierra Leone	603,623.04	\$141,565,685.21	\$234.53	41.51	\$30,045.00	\$723.80	603,623.04	\$141,565,685.21	\$234.53	1	374
Singapore				997.68	\$645,276.40	\$646.78	990.85	\$299,381.36	\$302.15	8	5
South Africa	15,210,833.33	\$1,417,331,400.12	\$93.18	1,239,334.28	\$2,113,894,527.23	\$1,705.67	13,889,687.89	\$1,867,334,580.89	\$134.44	440	1,392
Sri Lanka				857,647.51	\$283,719,821.45	\$330.81	439,423.93	\$82,950,829.93	\$188.77	359	346
Switzerland				9,939,842.17	\$1,393,586,527.00	\$140.20	9,918,263.11	\$1,623,687,356.00	\$163.71	756	712
Tanzania	279,332.57	\$28,315,098.53	\$101.37	2,541.80	\$487,356.85	\$191.74	275,681.04	\$28,496,515.65	\$103.37	30	107
Thailand				2,558,477.36	\$547,761,588.98	\$214.10	1,560,511.40	\$260,134,670.36	\$166.70	1,440	831
Togo	17,362.03	\$1,709,643.50	\$98.47				13,091.71	\$1,242,952.50	\$94.94		4
Turkey				2,168.99	\$63,648.13	\$29.34				3	
Ukraine				123,924.35	\$25,836,479.29	\$208.49	12,165.27	\$781,183.60	\$64.21	156	22
United Arab Emirates				42,633,760.33	\$1,954,028,726.44	\$45.83	40,200,303.32	\$2,825,253,935.80	\$70.28	1,754	2,548
United States of America				5,305,987.80	\$899,494,032.92	\$169.52	3,901,904.03	\$568,954,560.19	\$145.81	1,764	1,930
Venezuela	14,502.84	\$1,192,284.96	\$82.21								
Vietnam				142,375.39	\$25,732,145.61	\$180.73	755,109.07	\$141,497.18	\$0.19	84	21
Zimbabwe	695,015.99	\$31,400,903.61	\$45.18	286.51	\$13,248.15	\$46.24	489,170.76	\$23,377,870.35	\$47.79	2	17
Chinese Taipei*				58,429.38	\$2,233,951.20	\$38.23	9,304.94	\$433,978.16	\$46.64	119	26
Totals	168,198,857.66	\$12,106,550,822.22	\$71.98	478,741,853.59	\$40,072,280,734.37	\$83.70	471,418,441.01	\$38,707,748,137.40	\$82.11	56,418	57,163

* - The Rough Diamond trading entity of Chinese Taipei has also met minimum requirements of the KPCS
Source: Kimberley Process Certification Scheme

Annual Global Summary: 2008 Production, Imports, Exports and KPC Counts





Summary Report

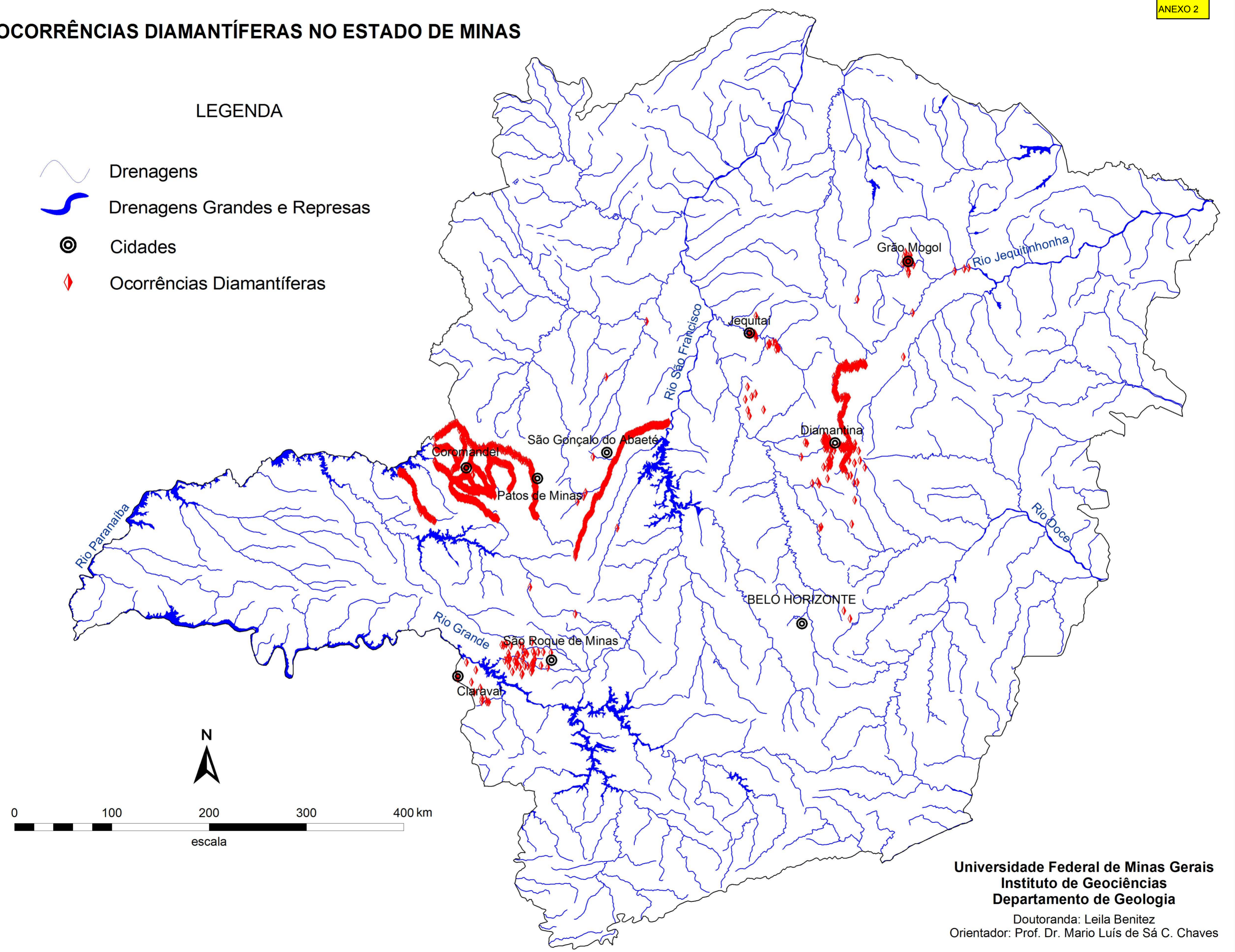
Country Name	Production			Import			Export			KPC Counts	
	Volume, cts	Value, US\$	US\$ / cts	Volume, cts	Value, US\$	US\$ / cts	Volume, cts	Value, US\$	US\$ / cts	Import	Export
Angola	8,906,974.26	\$1,209,789,970.30	\$135.83				7,389,133.63	\$995,408,419.35	134.7124669		185
Armenia				157,927.02	\$61,098,887.80	\$386.88	33,646.53	\$6,242,311.54	185.5261609	174	33
Australia	14,932,137.41	\$326,394,284.80	\$21.86	101,384.36	\$10,743,047.41	\$105.96	15,444,180.05	\$371,571,598.43	\$24.06	114	144
Bangladesh				2,868.78	\$570,232.19	\$198.77					5
Belarus	0.00	\$0.00		98,154.86	\$34,273,265.07	\$349.18	22,941.20	\$4,530,845.10	\$197.50	38	10
Botswana	32,276,000.00	\$3,273,001,000.00	\$101.41	388,210.14	\$310,506,912.18	\$799.84	26,950,309.90	\$2,966,144,893.00	\$110.06	271	175
Brazil	80,226.00	\$6,221,579.00	\$77.55	38,267.38	\$573,046.41	\$14.97	106,835.29	\$9,362,524.66	\$87.64	20	40
Canada	14,802,699.00	\$2,254,710,603.69	\$152.32	2,075,382.07	\$263,207,044.01	\$126.82	16,471,801.17	\$2,416,652,304.99	\$146.71	319	288
Central African Republic	377,209.12	\$47,752,281.70	\$126.59				377,210.12	\$47,749,282.87	\$126.59		93
China, People's Republic of	69,480.29	\$1,370,000.00	\$19.72	26,658,724.61	\$2,331,180,223.94	\$87.45	23,146,488.38	\$1,821,156,879.42	\$78.68	3,271	1,993
Congo, Democratic Republic of	33,401,927.71	\$431,833,163.02	\$12.93				21,284,136.73	\$551,879,602.00	\$25.93		1,104
Congo, Republic of	110,000.00	\$5,250,000.00	\$47.73				36,737.71	\$1,019,705.00	\$27.76		1
Croatia	0.00	\$0.00		465.93	\$15,774.14	\$33.86				2	
European Community				147,751,092.85	\$14,507,530,886.09	\$98.19	152,133,429.07	\$14,704,833,773.29	\$96.66	9,136	26,532
Ghana	643,289.21	\$18,460,766.40	\$28.70				629,043.12	\$19,959,304.95	\$31.73		120
Guinea	3,098,490.09	\$53,698,455.99	\$17.33	2,558.66	\$174,132.85	\$68.06	3,097,360.91	\$66,705,270.41	\$21.54	1	190
Guyana	193,027.00	\$31,190,623.44	\$161.59				193,026.80	\$31,190,622.93	\$161.59		61
India	0.00	\$0.00		147,786,212.43	\$9,591,555,855.97	\$64.90	37,596,697.62	\$829,588,202.61	\$22.07	19,335	2,442
Indonesia	30,529.11	\$7,899,875.78	\$258.77				30,529.11	\$7,899,875.78	\$258.77		5
Israel				20,725,641.02	\$5,357,613,277.09	\$258.50	17,927,981.30	\$4,197,589,593.39	\$234.14	7,967	5,550
Japan	0.00	\$0.00		361,767.72	\$42,604,276.48	\$117.77	131,759.87	\$32,591,108.04	\$247.35	574	294
Korea, Republic of	0.00	\$0.00		215,905.53	\$11,907,262.66	\$55.15	22,490.96	\$1,585,912.69	\$70.51	193	45
Laos				121,525.74	\$17,599,244.98	\$144.82	20,708.24	\$2,063,643.41	\$99.65	67	39
Lebanon	0.00	\$0.00		2,384,019.25	\$46,882,110.81	\$19.67	2,456,651.55	\$48,475,333.94	\$19.73	55	45
Lesotho	253,053.98	\$222,680,825.09	\$879.97				250,656.07	\$250,522,308.33	\$999.47		28
Liberia	47,006.50	\$9,891,785.34	\$210.43				46,888.03	\$9,871,033.75	\$210.52		53
Mauritius				53,445.86	\$28,349,408.29	\$530.43	2,424.35	\$626,003.15	\$258.21	114	50
Mexico	0.00	\$0.00									0
Namibia	2,435,195.45	\$918,033,930.96	\$376.99	163,473.58	\$167,242,714.06	\$1,023.06	1,911,190.48	\$764,655,701.30	\$400.09	81	94
New Zealand	0.00	\$0.00		991.39	\$81,940.44	\$82.65	88.01	\$50,107.75	\$569.34	3	1
Norway				0.02	\$100.00	\$5,000.00					
Russian Federation	36,925,150.00	\$2,508,957,130.00	\$67.95	254,485.67	\$60,862,529.14	\$239.16	24,472,417.32	\$1,607,134,138.60	\$65.67	50	1,204
Sierra Leone	371,260.95	\$98,772,170.78	\$266.05	1,413.82	\$1,782,954.00	\$1,261.09	371,260.95	\$98,772,170.78	\$266.05	4	366
Singapore	0.00	\$0.00		53,122.42	\$894,955.90	\$16.85	53,028.25	\$908,572.25	\$17.13	6	4
South Africa	12,901,019.00	\$1,236,240,109.00	\$95.82	588,320.51	\$509,889,527.17	\$866.69	10,023,302.47	\$1,416,402,994.14	\$141.31	275	1,173
Sri Lanka				777,182.58	\$302,227,896.40	\$388.88	503,338.20	\$224,462,247.71	\$445.95	396	398
Switzerland				8,433,932.48	\$1,560,438,270.00	\$185.02	8,006,659.96	\$1,662,502,815.00	\$207.64	672	648
Tanzania	237,675.72	\$24,083,955.49	\$101.33	990.28	\$160,052.75	\$161.62	220,661.99	\$22,301,215.25	\$101.07	2	114
Thailand				2,219,628.24	\$512,220,430.91	\$230.77	1,492,327.42	\$264,346,769.00	\$177.14	1,156	868
Togo	8,787.14	\$927,756.85	\$105.58				8,787.14	\$927,756.85	\$105.58		2
Turkey				38,787.01	\$277,182.64	\$7.15	71.85	\$53,250.00	\$741.13	13	1
Ukraine				64,388.00	\$15,766,271.00	\$244.86	1,260.00	\$68,243.00	\$54.16	86	12
United Arab Emirates				38,776,237.21	\$2,155,662,557.83	\$55.59	35,578,996.63	\$3,085,225,776.67	\$86.71	1,633	2,666
United States of America				4,742,887.52	\$742,857,766.78	\$156.63	3,493,154.57	\$451,313,790.84	\$129.20	1,550	1,714
Venezuela	9,380.94	\$1,293,115.67	\$137.84								
Vietnam	0.00	\$0.00		149,949.48	\$26,387,959.92	\$175.98	3,961.56	\$166,017.13	\$41.91	60	21
Zimbabwe	797,198.10	\$43,825,425.05	\$54.97	2,428.04	\$535,472.63	\$220.54	327,833.60	\$26,693,385.58	\$81.42	5	11
Chinese Taipei				44,548.95	\$2,105,022.23	\$47.25	8,938.78	\$567,330.92	\$63.47	96	25
Totals	162,907,716.98	\$12,732,278,808.35	\$78.16	405,236,321.41	\$38,675,778,492.17	\$95.44	412,280,346.88	\$39,021,772,635.80	\$94.65	47,744	48,842

* - The Rough Diamond trading entity of Chinese Taipei has also met minimum requirements of the KPCS
 Source: Kimberley Process Certification Scheme

OCORRÊNCIAS DIAMANTÍFERAS NO ESTADO DE MINAS

LEGENDA

-  Drenagens
-  Drenagens Grandes e Represas
-  Cidades
-  Ocorrências Diamantíferas



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Geociências
Departamento de Geologia
Doutoranda: Leila Benitez
Orientador: Prof. Dr. Mario Luís de Sá C. Chaves